



ZDARZENIA – CZYM SKUTKUJĄ I JAKI POZOSTAWIAJĄ ZAPIS GEOLOGICZNY?

Wstęp: pojęcie czasu - fizyczne i geologiczne

- zjawisko, proces, zdarzenie
- stochastyczna kategoryzacja zdarzeń
- fenomenologiczna kategoryzacja zdarzeń
- zdarzenie w zapisie geologicznym - przykłady



Jurand Wojewoda

Zakład Geologii Strukturalnej
i Kartografii Geologicznej
Instytut Nauk Geologicznych
Uniwersytet Wrocławski



Uniwersytet
Wrocławski

prof. dr hab. Krzysztof Migąła (wprowadzenie do dyskusji)



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

Czas fizyczny jako wielkość jest konieczna dla zrozumienia struktury Świata.

Czas geologiczny to dowód wprost, że czas istnieje jako taki. Gdyby nie przesłanki geologiczne - nie istniałby żaden "materialny" dowód na istnienie czasu...



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

długość	[metr]
masa	[kg]
czas	[sekunda]
natężenie prądu elektrycznego	[amper]
temperatura	[kelwin]
światłość	[kandela]
liczność materii	[mol]

Obowiązujący (2014) **układ podstawowych jednostek SI** definiuje siedem jednostek miary i został przyjęty oficjalnie na XI Generalnej Konferencji Miar w **1960** roku



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

długość

[metr]

masa

[kg]

czas

[sekunda]

natężenie prądu elektrycznego

[amper]

temperatura

[kelwin]

światłość

[kandela]

liczność materii

[mol]

Sekunda - jednostka czasu równa **9 192 631 770** okresom przejścia pomiędzy podpoziomami $f = 3$ i $f = 4$ struktury nadsubtelnej poziomu podstawowego $2s_{1/2}$ atomu cezu (^{133}Cs) znajdującego się na poziomie morza.

Metr to odległość, jaką pokonuje światło w próżni w czasie **1/299 792 458** sekundy



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

długość

[metr]

masa

[kg]

czas**[sekunda]**

natężenie prądu elektrycznego

[amper]

temperatura

[kelwin]

światłość

[kandela]

liczność materii

[mol]

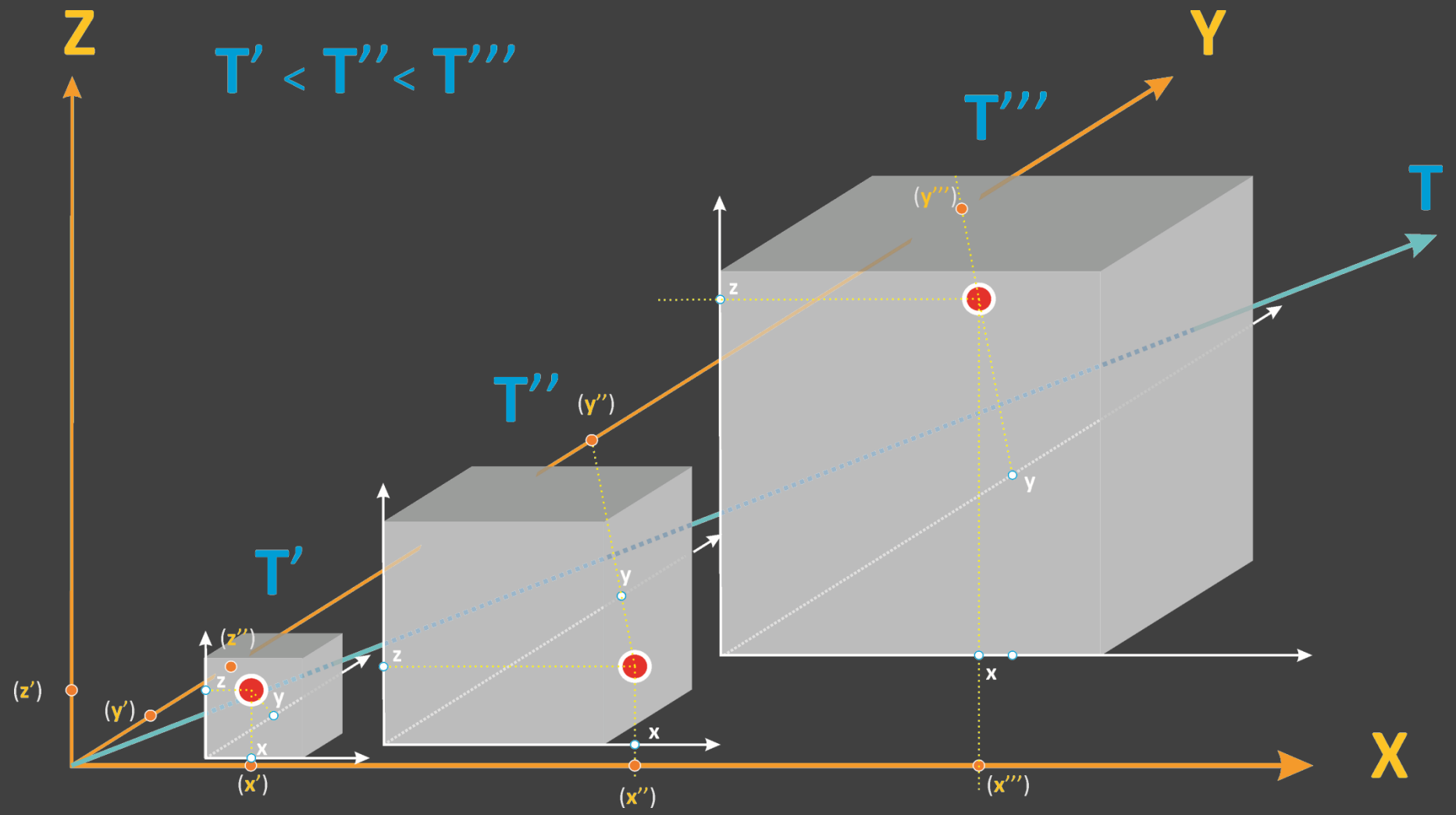
Wtórne fizyczne jednostki czasu: minuta, godzina, **doba**, miesiąc, **rok**



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

CZASOPRZESTRZEŃ FIZYCZNA

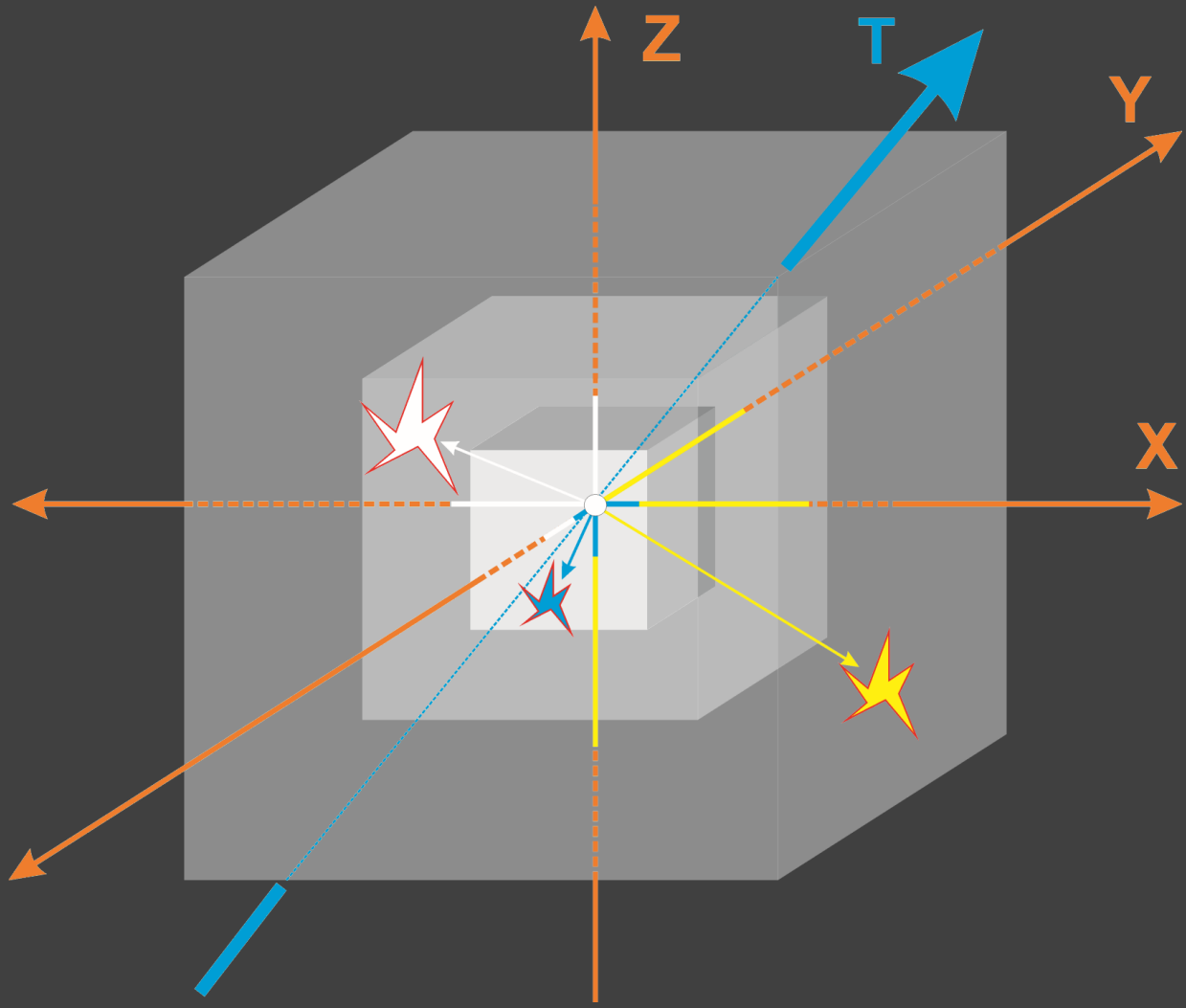




WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

CZASOPRZESTRZEŃ FIZYCZNA

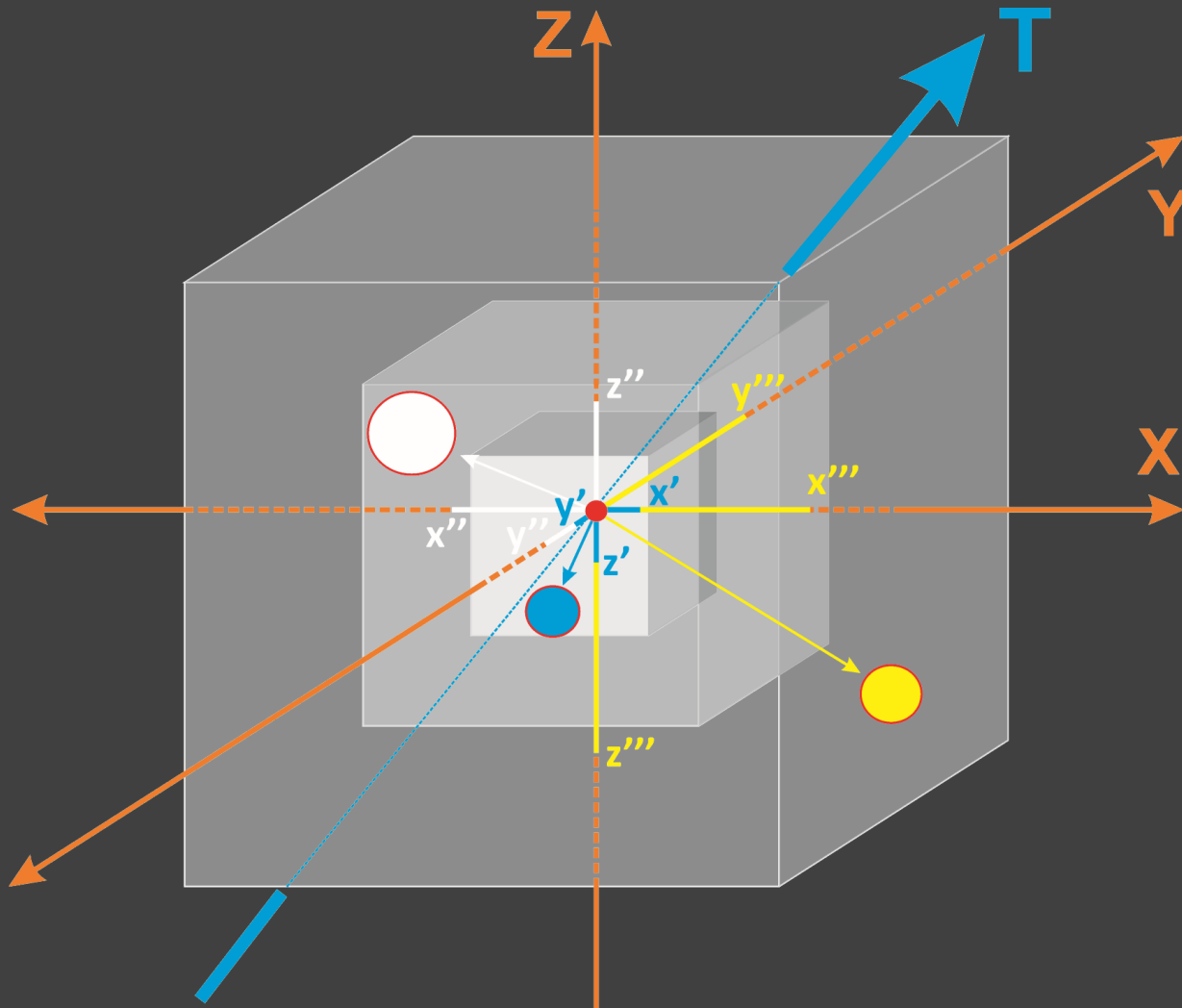




WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

CZASOPRZESTRZEŃ FIZYCZNA





WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

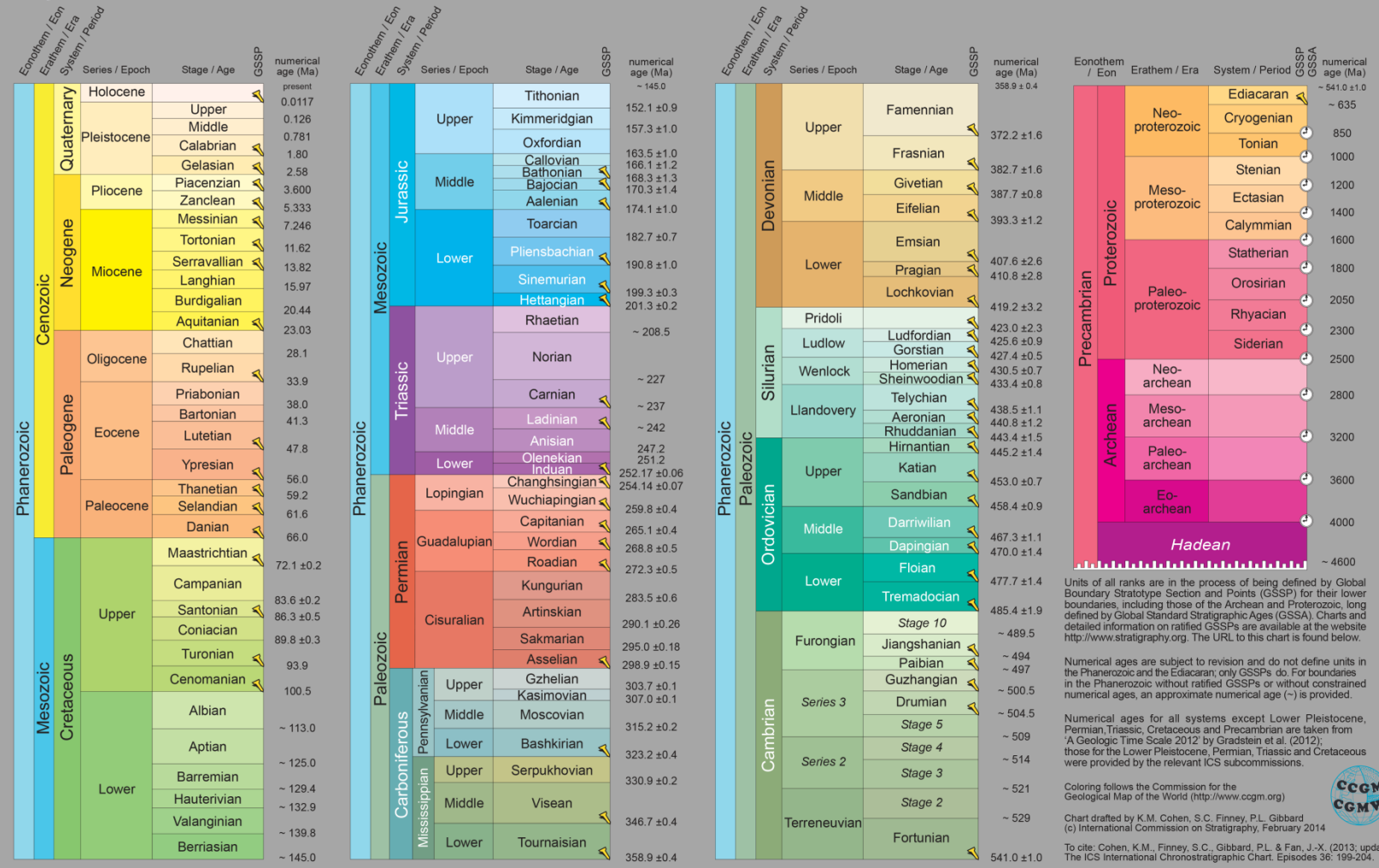


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2014/02



4 600 Ma

Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Numerical ages for all systems except Lower Pleistocene, Permian, Triassic, Cretaceous and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012); those for the Lower Pleistocene, Permian, Triassic and Cretaceous were provided by the relevant ICS subcommittees.

Coloring follows the Commission for the Geological Map of the World (<http://www.ccgmg.org>)



Chart drafted by K.M. Cohen, S.C. Finney, P.L. Gibbard (c) International Commission on Stratigraphy, February 2014

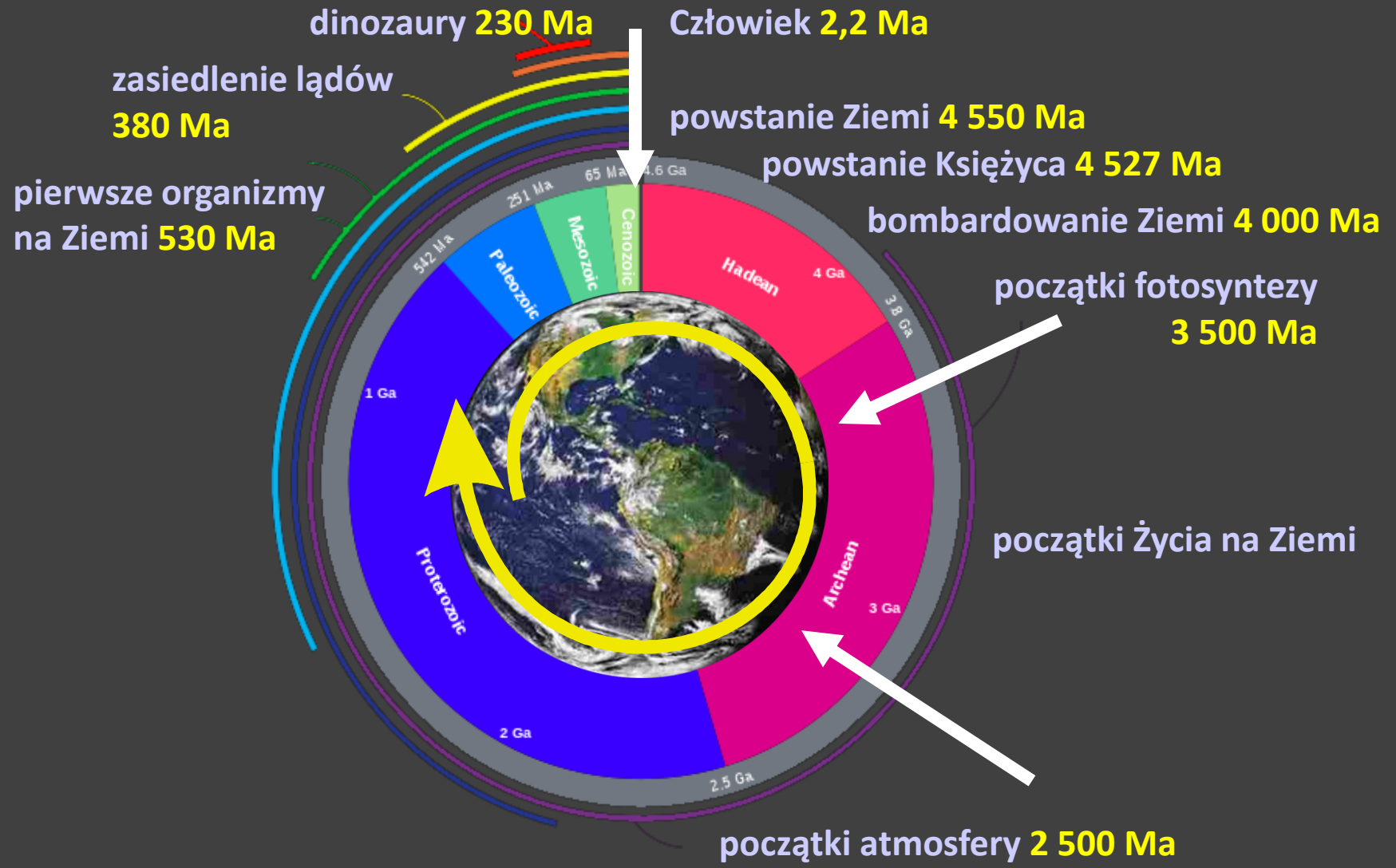
To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2014-02.pdf>



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

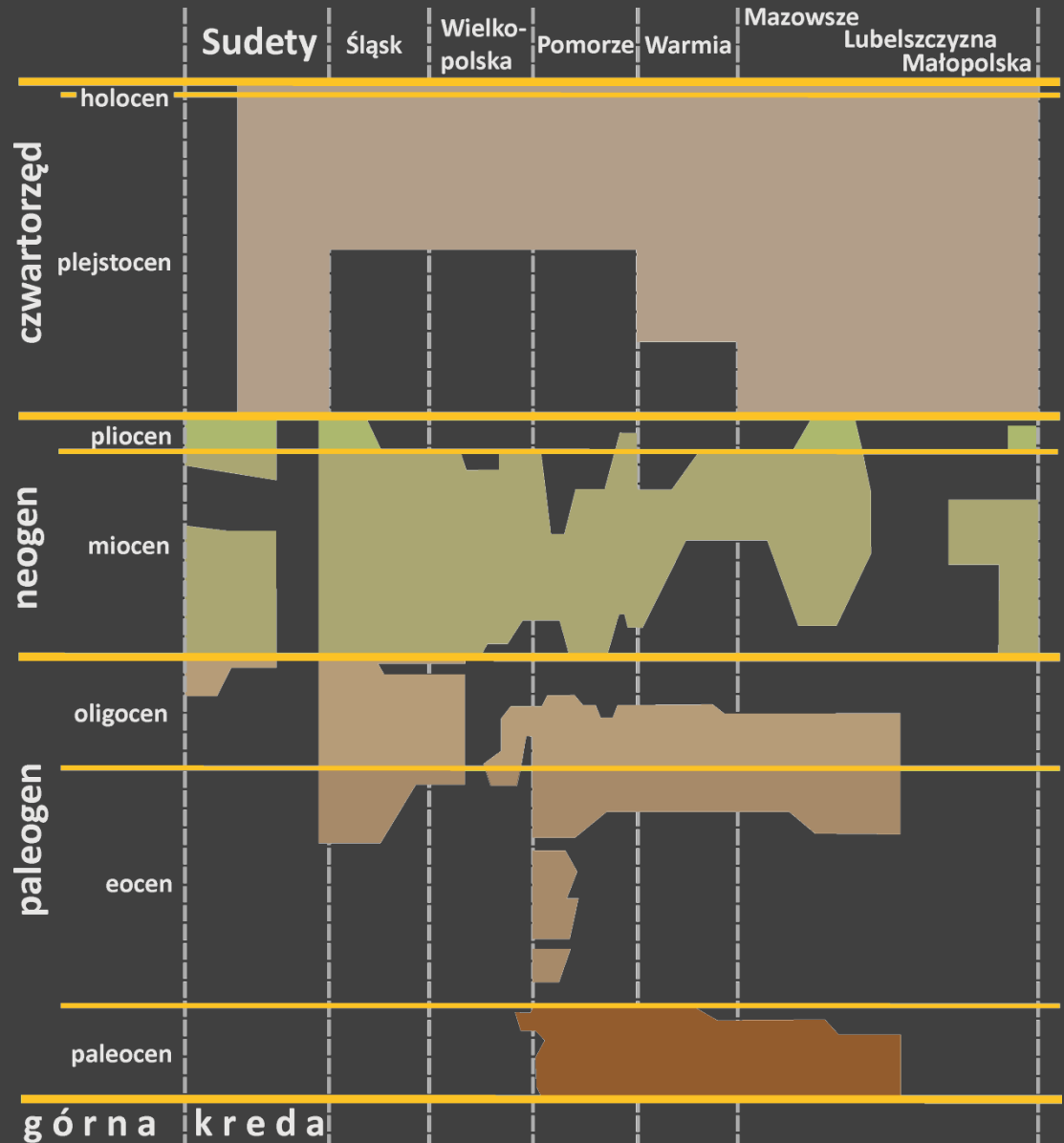




WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	present	
			Pleistocene	Upper	0.0117
				Middle	0.126
				Calabrian	0.781
			Pliocene	Gelasian	1.80
		Piacenzian		2.58	
		Neogene	Miocene	Zanclean	3.600
				Messinian	5.333
				Tortonian	7.246
				Serravallian	11.62
	Langhian			13.82	
	Oligocene		Burdigalian	15.97	
			Aquitanian	20.44	
			Chattian	23.03	
			Rupelian	28.1	
			Priabonian	33.9	
	Paleogene	Eocene	Bartonian	38.0	
			Lutetian	41.3	
			Ypresian	47.8	
		Paleocene	Thanetian	56.0	
Selandian			59.2		
		Danian	61.6		
		Maastrichtian	66.0		
			72.1 ± 0.2		





WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

SUDETY

Cretaceous	Upper	Maastrichtian
		Campanian
		Santonian
	Lower	Coniacian
		Turonian
		Cenomanian
Jurassic	Upper	Albian
		Aptian
	Middle	Barremian
		Hauterivian
		Valanginian
		Berriasian
	Lower	Tithonian
		Kimmeridgian
		Oxfordian
		Callovian
Triassic	Upper	Bathonian
		Bajocian
		Aalenian
	Lower	Toarcian
		Pliensbachian
		Sinemurian
Middle	Hettangian	
	Rhaetian	
	Norian	
	Carnian	
Lower	Ladinian	
	Anisian	
	Olenekian	
Induan		

100 Ma

142 Ma

242 Ma



Cretaceous	Upper	Maastrichtian
		Campanian
		Santonian
	Lower	Coniacian
		Turonian
		Cenomanian
Jurassic	Upper	Anisian
		Olenekian
	Lower	Induan

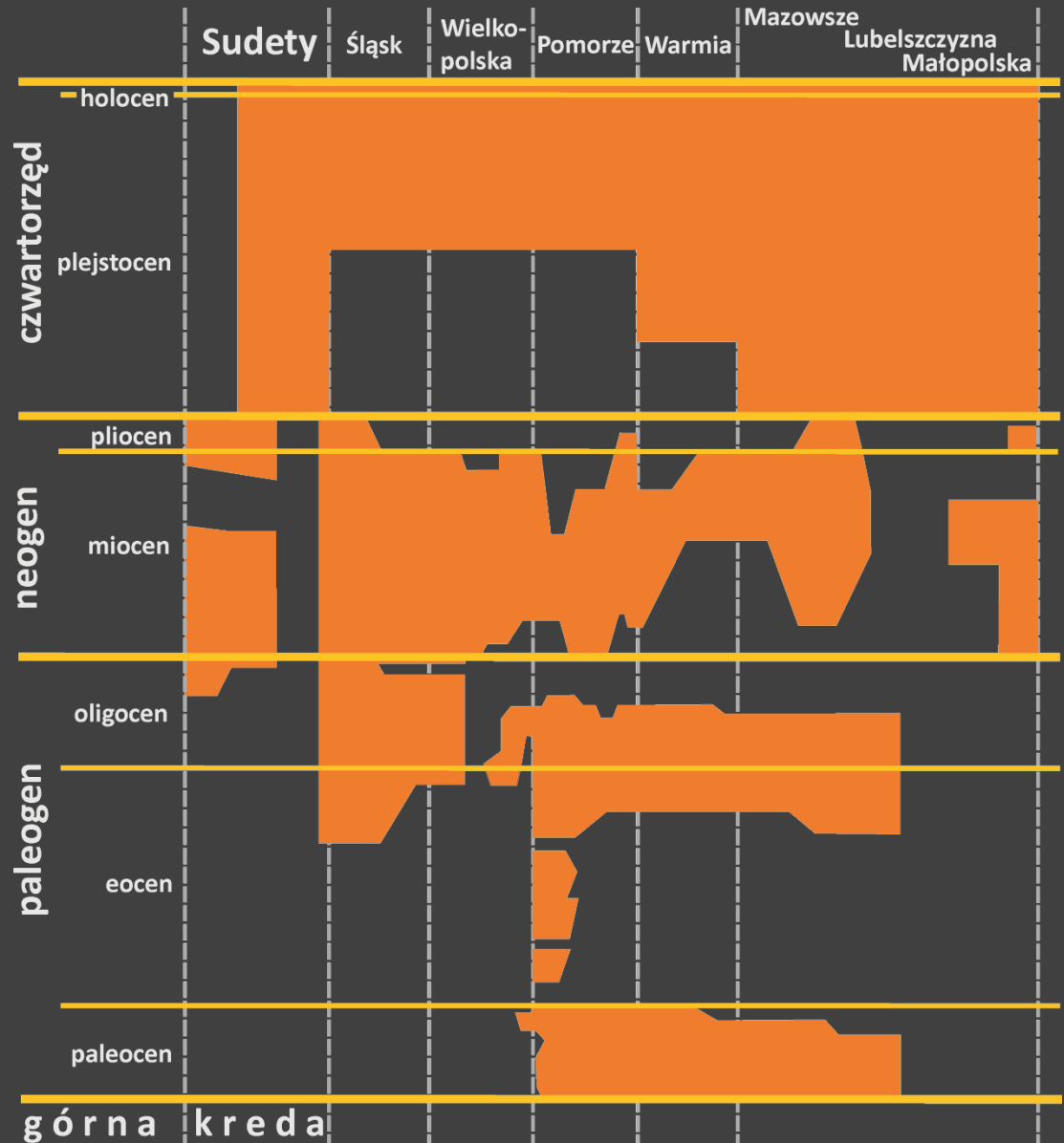
Fot. A. Kowalski



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	present		
			Pleistocene	Upper	0.0117	
				Middle	0.126	
				Calabrian	0.781	
		Neogene	Pliocene	Gelasian	1.80	
				Piacenzian	2.58	
			Miocene	Zanclean	3.600	
				Messinian	5.333	
				Tortonian	7.246	
				Serravallian	11.62	
	Paleogene	Oligocene	Langhian	13.82		
			Burdigalian	15.97		
			Aquitanian	20.44		
			Chattian	23.03		
		Eocene	Rupelian	28.1		
			Priabonian	33.9		
			Bartonian	38.0		
			Lutetian	41.3		
			Ypresian	47.8		
			Paleocene	Thanetian	56.0	
Selandian	59.2					
Danian	61.6					
		Maastrichtian	66.0			
			72.1 ± 0.2			

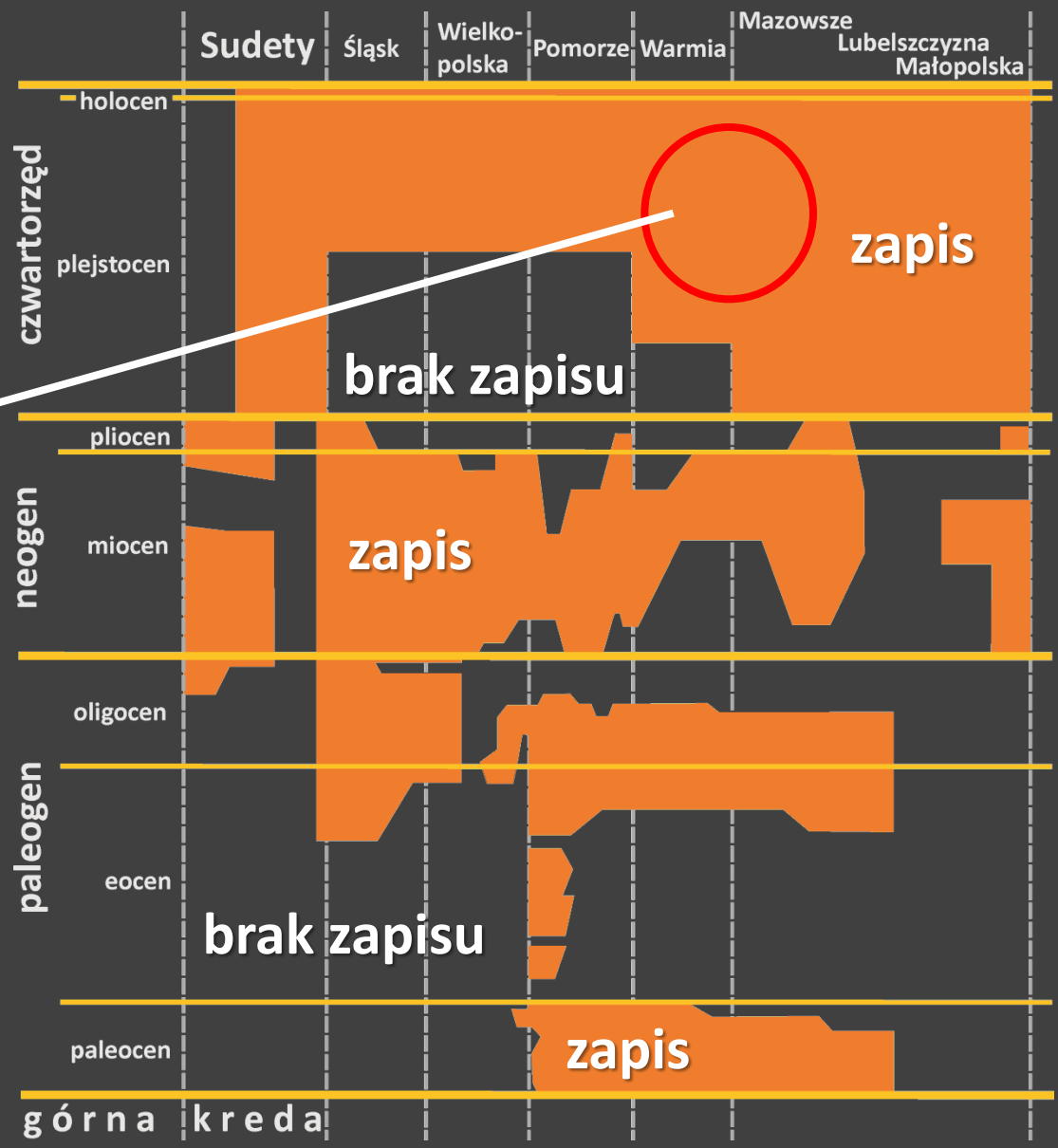
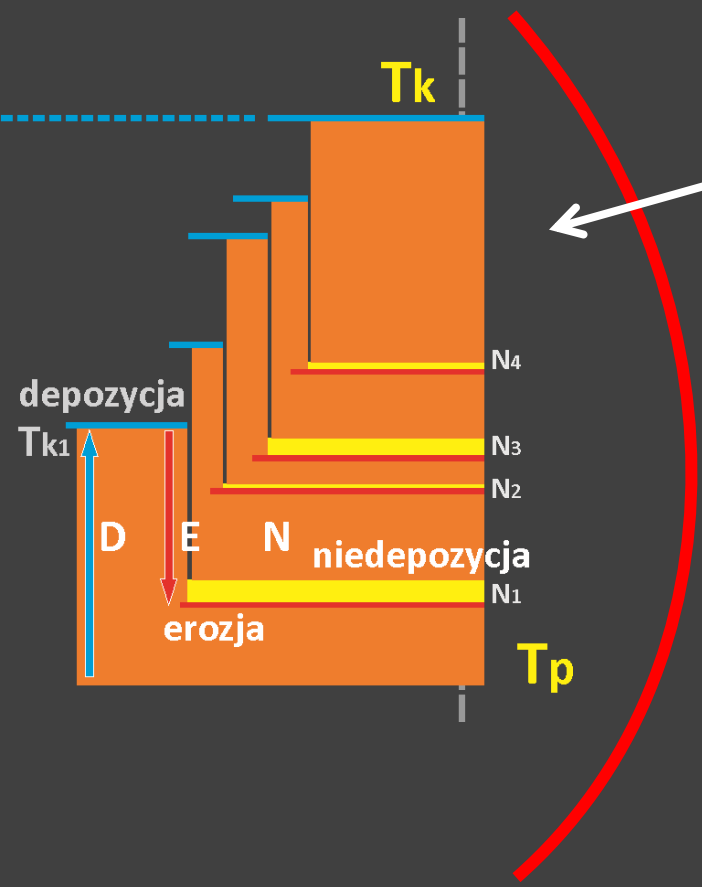


POLSKA



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie



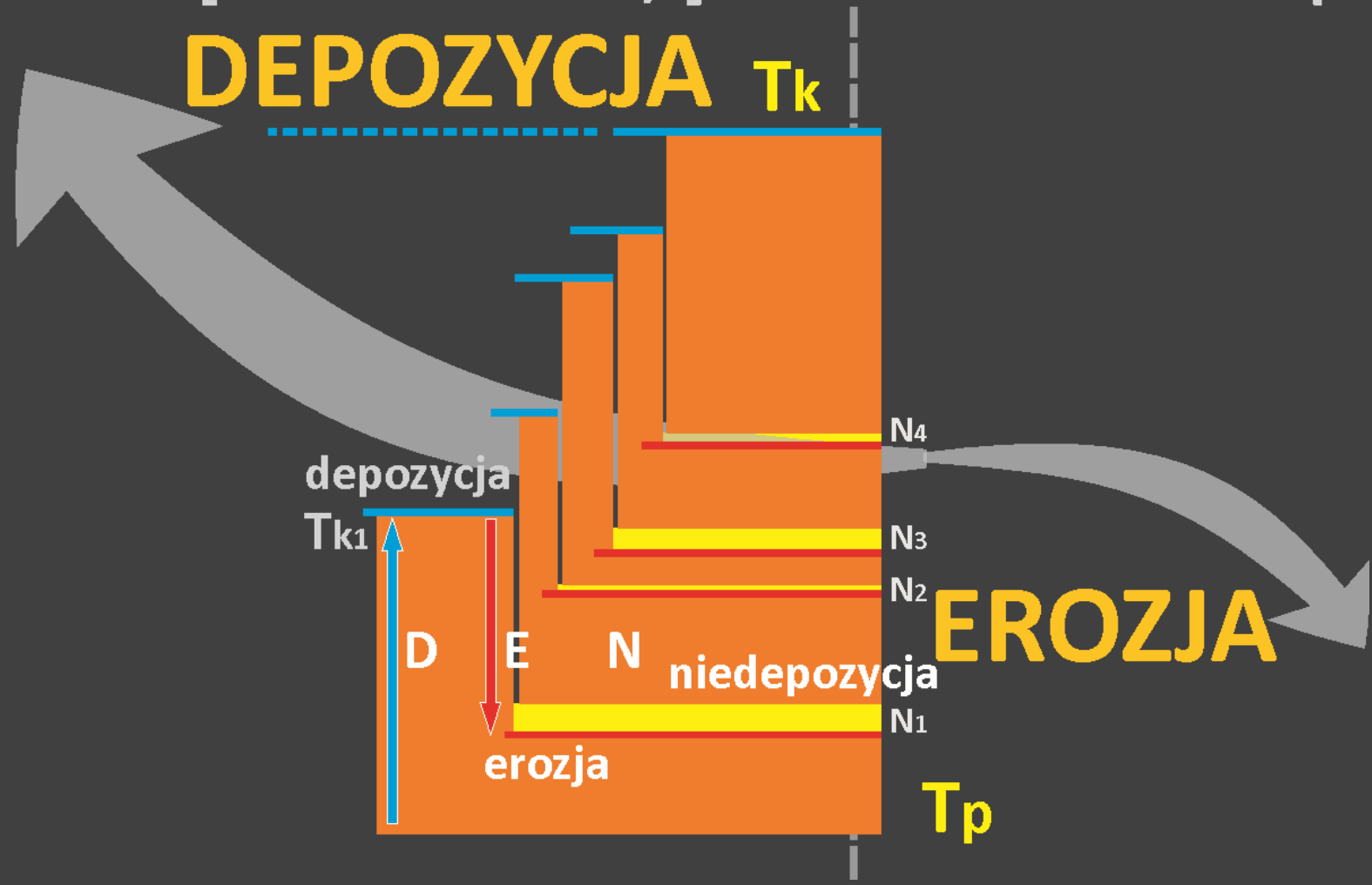


WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

$$T = \sum [T_D + T_E + T_N]$$

$$T = T_k - T_p$$

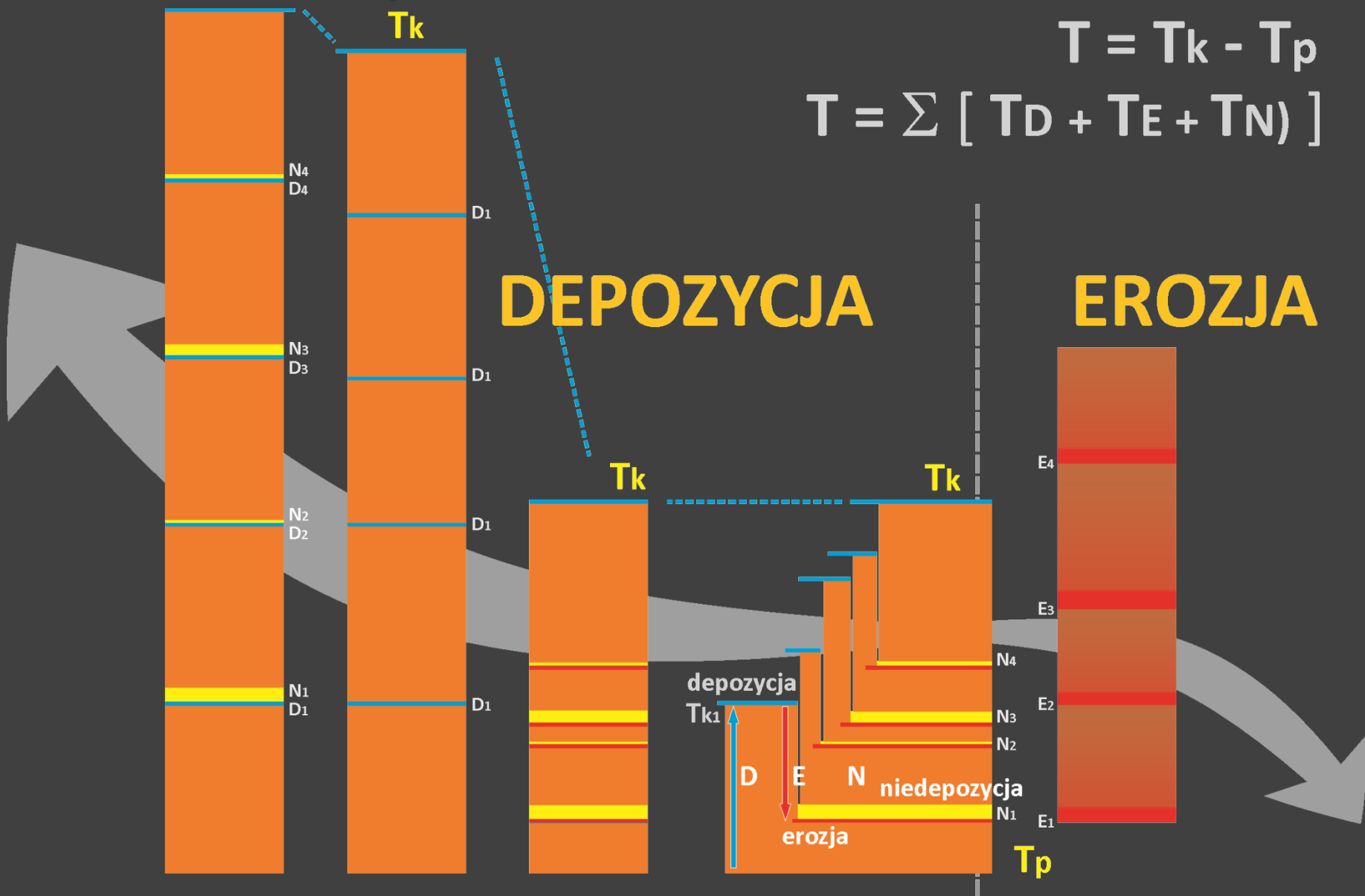


WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

$$T = T_k - T_p$$

$$T = \sum [T_D + T_E + T_N]$$





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

- definicje
- kategoryzacja
- potencjał fosylizacyjny



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, kategoryzacja, potencjał fosylizacyjny

zjawisko – to, co da się zaobserwować, postrzec zmysłami

(Sł. Współcz. J.Pol. , B. Dunaj, ed., Wyd. Wilga, 1996).

proces - przebieg powiązanych przyczynowo, następujących po sobie zmian stanowiących stadia rozwoju, przeobrażania się czegoś (fazy, stadia procesu);

(Sł. Współcz. J.Pol. , B. Dunaj, ed., Wyd. Wilga, 1996)

zdarzenie - jest procesem, który **rozpoczął się, trwał i zakończył się.**



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, kategoryzacja, potencjał fosylizacyjny

zjawisko

jest z natury rzeczy **stacjonarne**. Może być **przedmiotem**, **stanem** lub **nastrojem**. Jako rzecz stacjonarna podlega naszemu opisowi, pomiarowi i ocenie w konkretnym momencie. Zespół **cech**, **wartości** lub **określeń** zarejestrowanych i oznajmionych przez konkretnego obserwatora, który składa się na zbiór informacji o zjawisku. Na tej podstawie, możemy zjawisko **opisać**, **zdefiniować**, **nazwać** i **sklasyfikować**.

Zjawiska opisywane są jakościowo poprzez podanie ich cech (miar) lub określeń oraz ilościowo poprzez podanie wartości konkretnych cech lub miar.



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, **terminologia**, kategoryzacja, potencjał fosylizacyjny

zjawisko

ang. *phenomenon, fact, event*

fr. *phénomène*

niem. *Erscheinung*

ros. *явление*

fenomenologia nauka o zjawiskach, czyli sferze możliwego doświadczenia (wg. Kanta)

fenomen rzadkie zjawisko, fizyczne zjawisko, fakt empiryczny będący punktem wyjścia badań naukowych

fenomenalizm pogląd filozoficzny, według którego dostępne poznaniu są wyłącznie zjawiska. Odrzuca pojęciowe i filozoficzne spekulacje...

Etymologia

gr. *phainómenon* - jasna, zjawiająca się, widoczna, poznawalna rzecz



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, kategoryzacja, potencjał fosylizacyjny

proces

jest z natury rzeczy czymś **dynamicznym**. Proces może mieć charakter **fizyczny**, kiedy zachodzi w realnym czasie i przestrzeni, ale może też mieć charakter **myślowy i abstrakcyjny**, kiedy zachodzi w naszym umyśle i jest jedynie formą kierunkowego uporządkowania przestrzeni. **Proces jest ciągiem powiązanych ze sobą przyczynowo lub indukcyjnie zjawisk lub wydarzeń.**

Procesy opisywane są przez prawa, które ujmują parametry danego procesu lub jego składowe (zjawiska, wydarzenia) w jawne związki przyczynowo-skutkowe, np. równania



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, **terminologia**, kategoryzacja, potencjał fosylizacyjny

proces

ang. *process*

fr. *processus*

niem. *Prozess*

ros. *процесс*

proces zmiany zachodzące w kolejnych stadiach rozwoju

proces ciąg zjawisk

Etymologia

łac. **processus** - postęp(owanie), rozwój, przebieg, postępek, od **procedere**
postępować, kroczyć naprzód



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, kategoryzacja, potencjał fosylizacyjny

zdarzenie

jest z natury rzeczy **stacjonarne i dynamiczne** jednocześnie. Wydarzenie może być **zjawiskiem, możliwością zajścia procesu** lub **zajściem procesu**. Zdarzenie jest procesem, który **rozpoczął się, trwał i zakończył się**. Zdarzenie może początkować inne procesy lub być ich elementem.

Zdarzenia opisywane są przez prawa stochastyczne, które określają prawdopodobieństwo ich zaistnienia lub prawdopodobieństwo zaistnienia zjawisk związanych z konkretnymi zdarzeniami.



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, **terminologia**, kategoryzacja, potencjał fosylizacyjny

zdarzenie

ang. *event, occurrence*

fr. *événement*

niem. *Ereignis*

ros. *случай, событие*

ewentualnie w razie czego; lub, albo, bądź, czy też
ewentualność możliwość (nastąpienie jakiegoś wypadku, zdarzenia)
ewentualny mogący się zdarzyć; możliwy, przypuszczalny.

Etymologia

łac. **eventus** - przypadek, zdarzenie, od: **evenire** - zdarzać się

vaticinia post eventum przepowiednie po wydarzeniu, lub...

... mądry Polak po szkodzie!



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

proces stochastyczny - rodzina zmiennych losowych określonych na pewnej przestrzeni probabilistycznej o wartościach w pewnej przestrzeni mierzalnej – **geometrycznej** lub **czasowej**.

wydarzenie – stan wartości funkcji **procesu stochastycznego**

szereg czasowy – proces stochastyczny w przestrzeni czasowej (**przedziale czasowym**)

pole losowe – proces stochastyczny w przestrzeni geometrycznej (**obszarze przestrzeni**)

wydarzenie w czasie – stan wartości funkcji **procesu stochastycznego w przedziale czasowym**

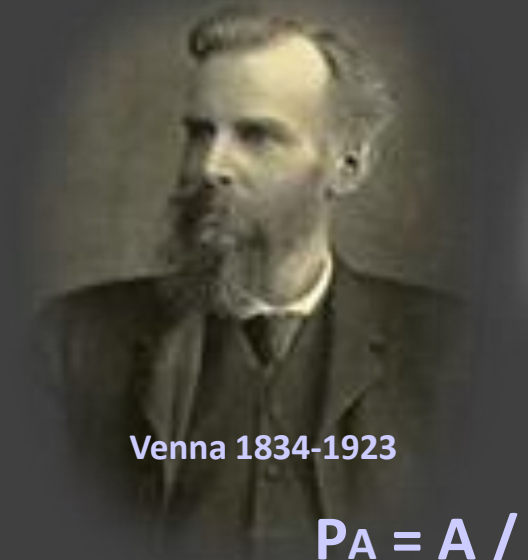
wydarzenie w przestrzeni – stan wartości funkcji **procesu stochastycznego w obszarze przestrzeni**



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

wydarzenie w przestrzeni – stan wartości funkcji procesu stochastycznego w obszarze przestrzeni – **diagramy Venny**, **przestrzeń jednorodna**, **zmiennie obszary**



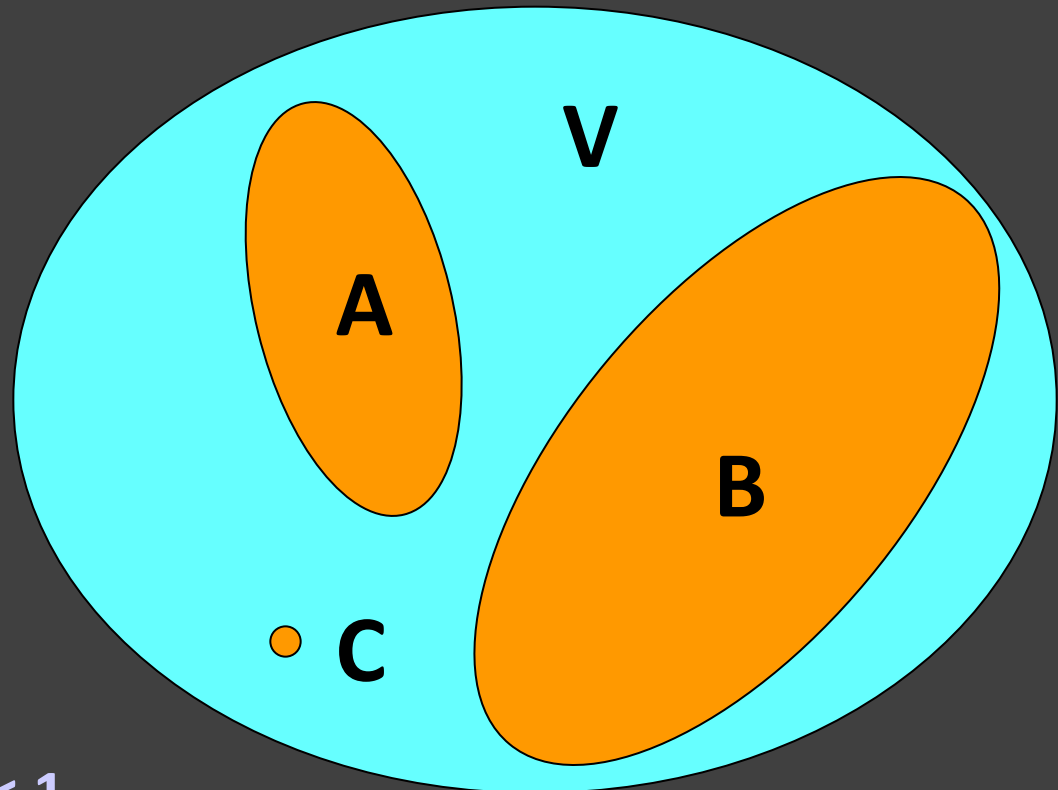
Venna 1834-1923

$$P_A = A / V$$

$$P_B = B / V$$

$$P_C = C / V$$

$$P_C \ll P_A \ll P_B \ll 1$$

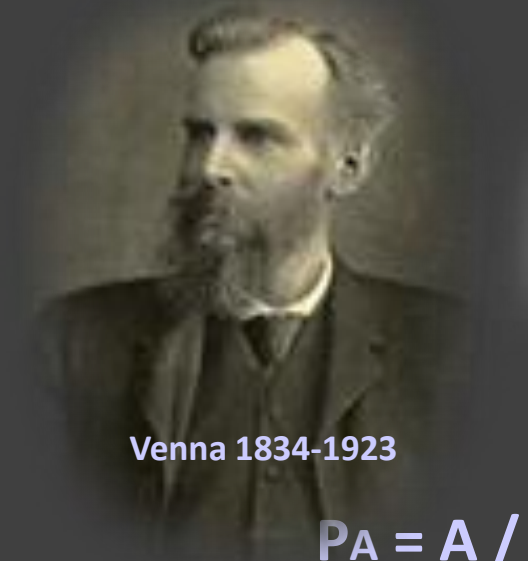




CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

zdarzenie w przestrzeni – stan wartości funkcji procesu stochastycznego w obszarze przestrzeni – **diagramy Venny**, **przestrzeń niejednorodna, stałe obszary**



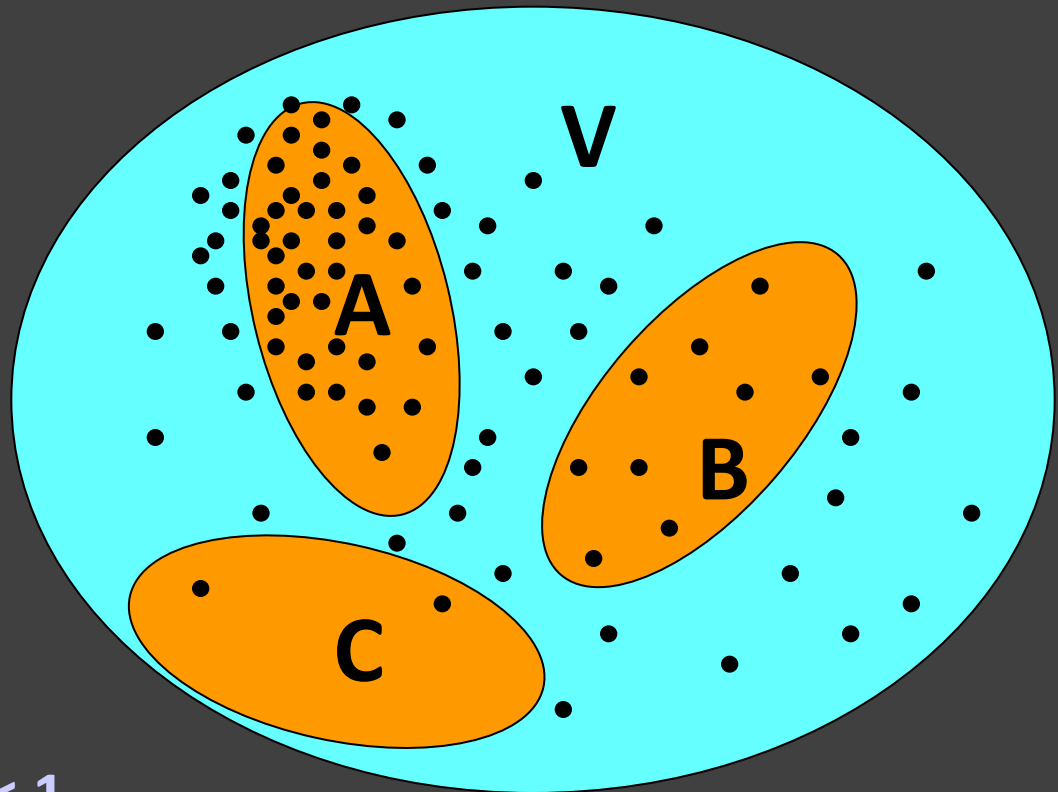
Venna 1834-1923

$$P_A = A / V$$

$$P_B = B / V$$

$$P_C = C / V$$

$$P_A \gg P_B \gg P_C \ll 1$$





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

Geologiczna skala wydarzeń wg. Schumm 1985 (zmienione)

	1 doba	1 rok	10 lat	100 lat	1000 lat	10000 lat	100000 lat
MEGA wydarzenie	sptyw rumoszu	wycięcie koryta	przecięcie meandru	wybuch wulkanu	terasa rzeczna	lodowiec lontynent.	fałdowanie uskoki.
MEZO wydarzenie	rozmycie erozyjne						
MIKRO wydarzenie	sptyw ziarnowy						
BRAK wydarzenia							



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

wydarzenia „**normalne**”

(powszechne, częste)

skala czasowa: $10^{-2} - 10^0$ lat

wydarzenia „**nadzwyczajne**”

(unikalne, rzadkie)

skala czasowa: $10^0 - 10^1$ lat

wydarzenia „**katastrofalne**”

(bardzo rzadkie)

skala czasowa: $10^1 - 10^3$ lat

wydarzenia „**kataklizmowe**”

(wyjątkowe)

skala czasowa: $10^6 - 10^8$ lat

**Stochastyczna (geologiczna,
przyrodnicza (??) ilościowa
kategoryzacja wydarzeń
czasowych**

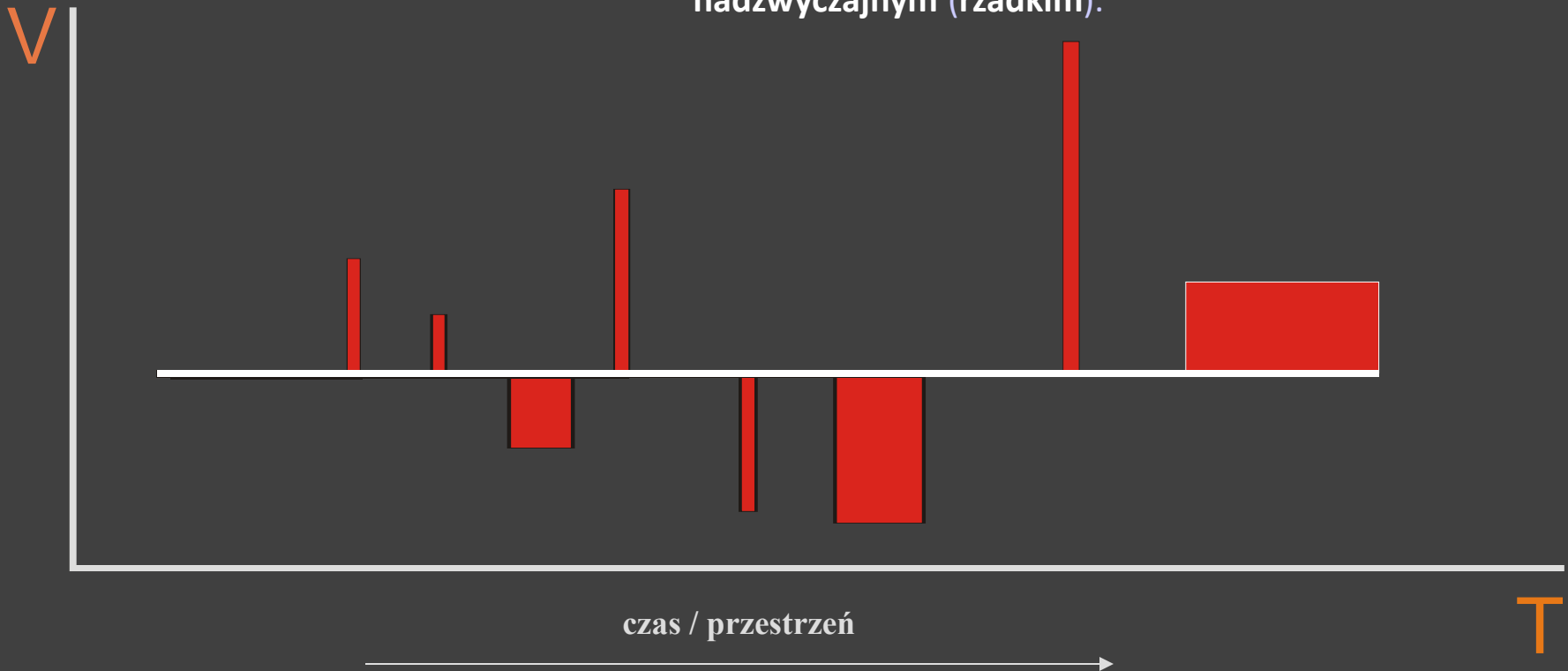


CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

funkcjonalna kategoryzacja zdarzeń czasowych

zdarzenia „**normalne**” zachodzące często (cały czas!), pozostawiają po sobie ślady (zjawiska) **nieistotne dla całego układu**, w którym zachodzą. Ich koincydencja w czasie lub przestrzeni może stać się **wydarzeniem nadzwyczajnym** (rzadkim).



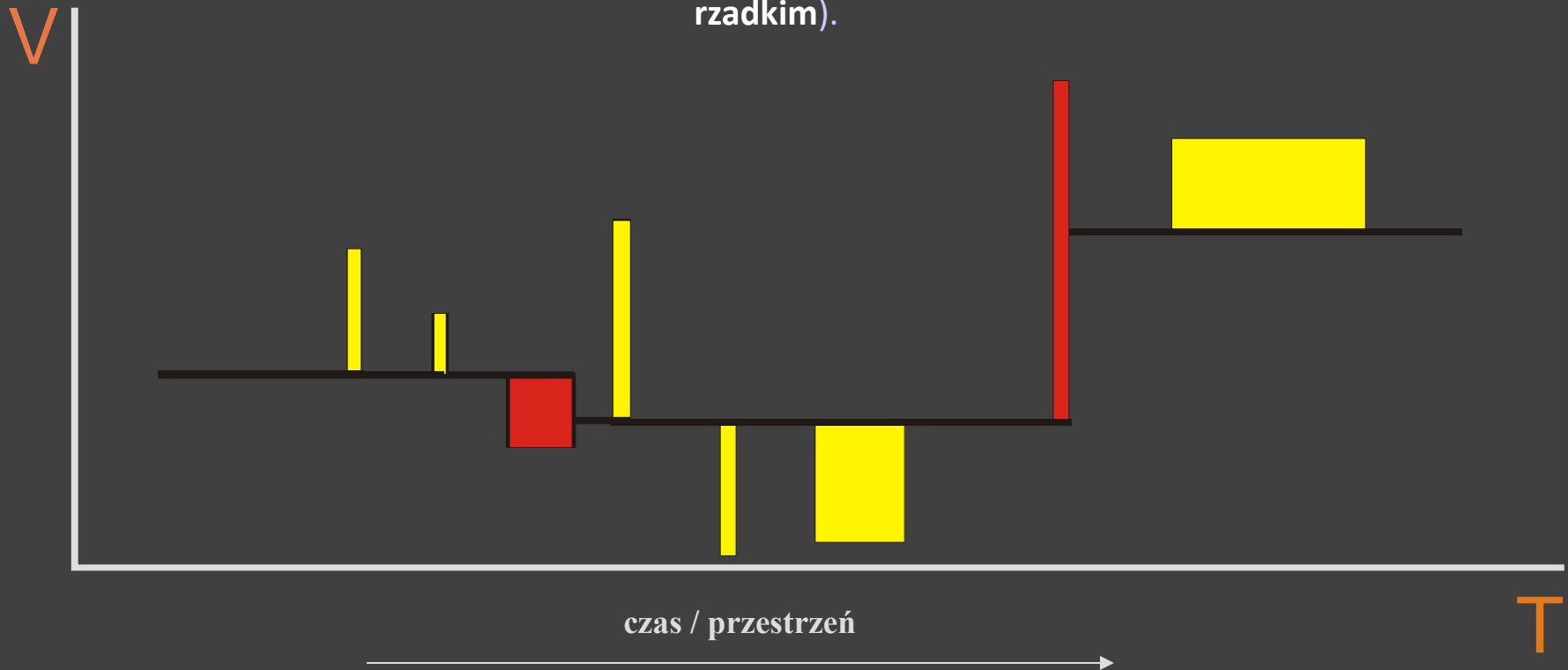


CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

funkcjonalna kategoryzacja zdarzeń czasowych

wydarzenia „**nadzwyczajne**” (unikalne, rzadkie) zachodzące rzadko, pozostawiają po sobie ślady (zjawiska) **zmieniające wewnętrznie układ**, w którym zachodzą. Ich koincydencja w czasie lub przestrzeni może stać się **wydarzeniem katastrofalnym** (bardzo rzadkim).





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

funkcjonalna kategoryzacja zdarzeń czasowych

wydarzenia „**katastrofalne**”
(bardzo rzadkie)

zachodzące bardzo rzadko, pozostawiają po sobie ślady (zjawiska) **zmieniające układ**, w którym zachodzą lub początkujące takie zmiany w układzie. Ich koincydencja w czasie lub przestrzeni może stać się **wydarzeniem kataklizmowym (wyjątkowym)** lub początkować takie wydarzenie.





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

definicje, terminologia, **kategoryzacja**, potencjał fosylizacyjny

funkcjonalna kategoryzacja zdarzeń czasowych

wydarzenia „**kataklizmowe**”
(wyjątkowe)

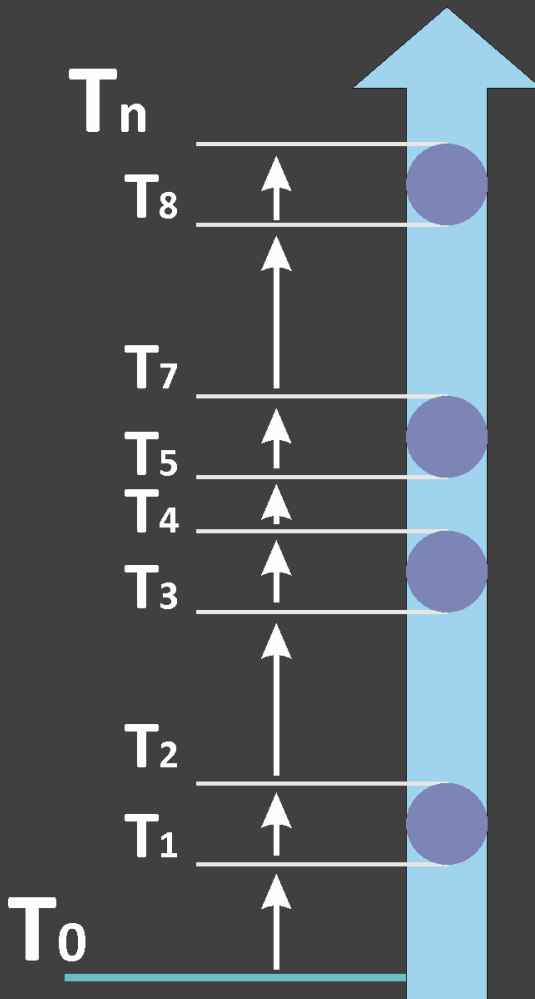
niszczą układ, w którym zachodzą

BBUUUU MMMM!!!!!!

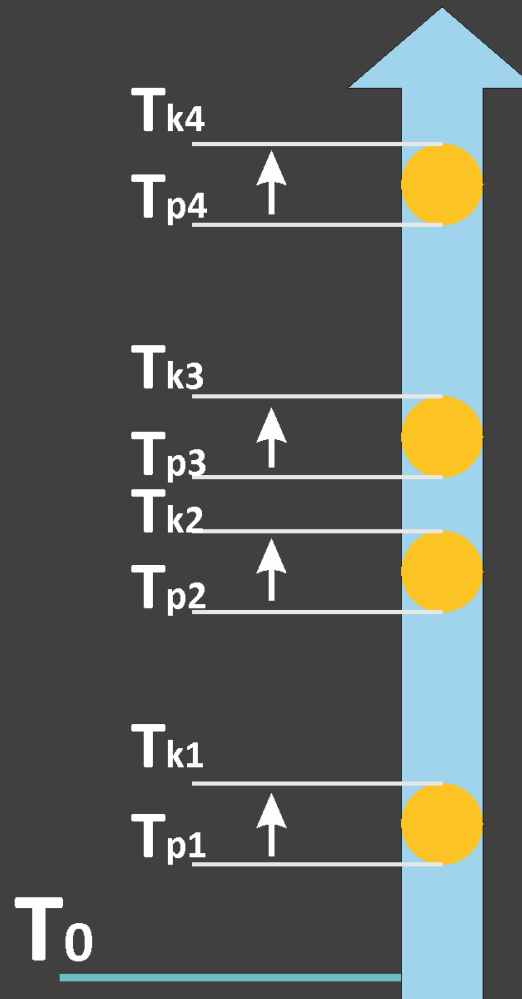


CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

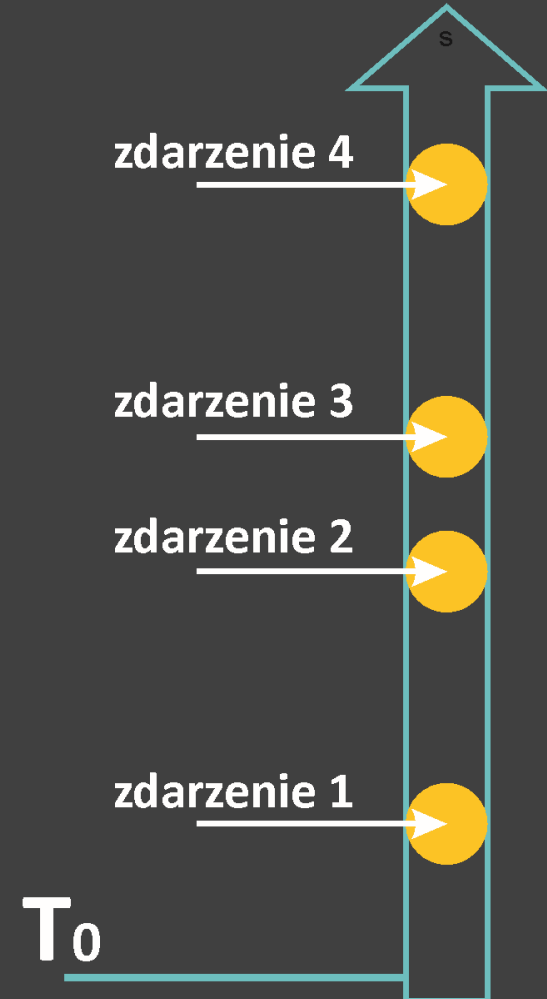
sens czasu fizycznego \Rightarrow w nim
następstwo zdarzeń



zdarzenia \Rightarrow **zjawiska**
i procesy w czasie



następstwo zdarzeń \Rightarrow **sens**
czasu geologicznego





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

sens czasu fizycznego \Rightarrow w nim następstwo zdarzeń

zdarzenia \Rightarrow zjawiska i procesy w czasie

następstwo zdarzeń \Rightarrow sens czasu geologicznego

BEZWZGLĘDNE METODY POMIARU CZASU (WIEKU)

CZAS FIZYCZNY

CZAS GEOLOGICZNY

WZGLĘDNE METODY POMIARU CZASU (WIEKU)





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

BEZWZGLĘDNE METODY POMIARU CZASU (WIEKU)

metody izotopowe



metoda trakowa

dendrochronologia

metoda stratygraficzna

metoda geodynamiczna

metody geomorfologiczne

metody sedimentologiczne

metody ichtnofacjalne

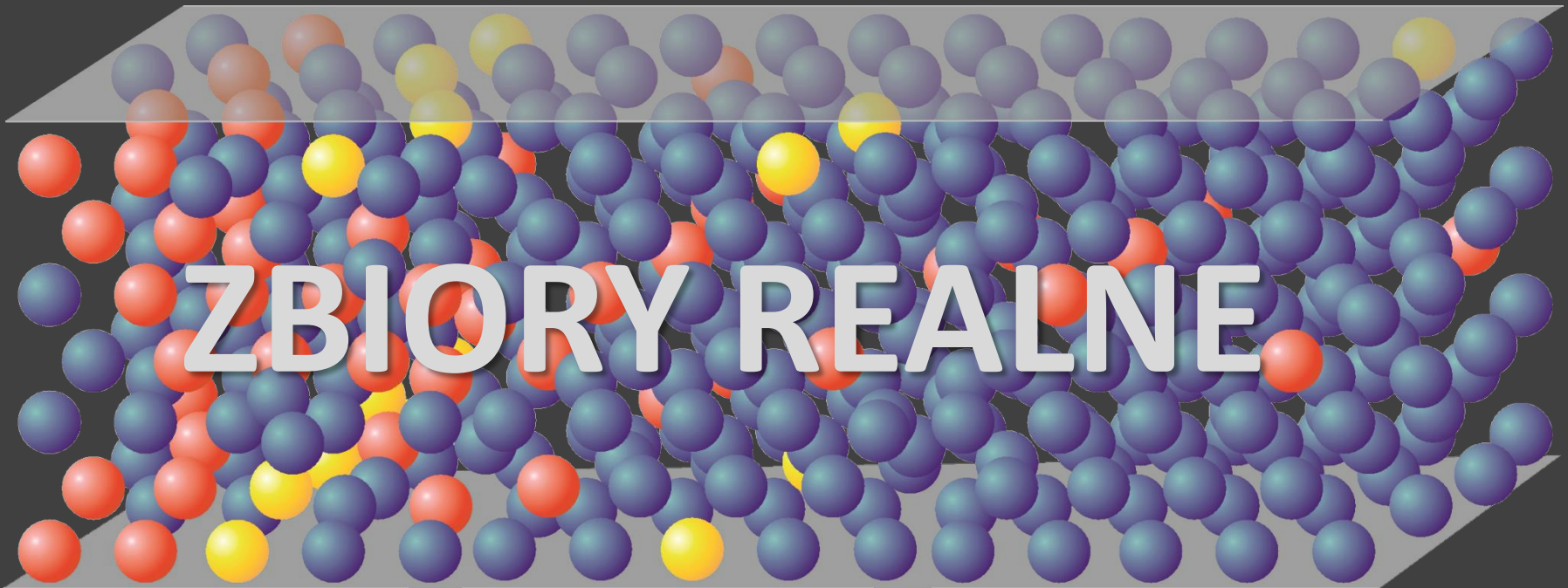
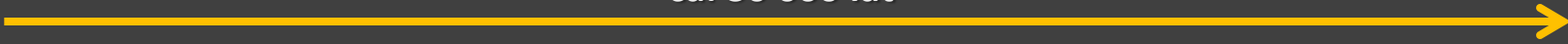
WZGLĘDNE METODY POMIARU CZASU (WIEKU)



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

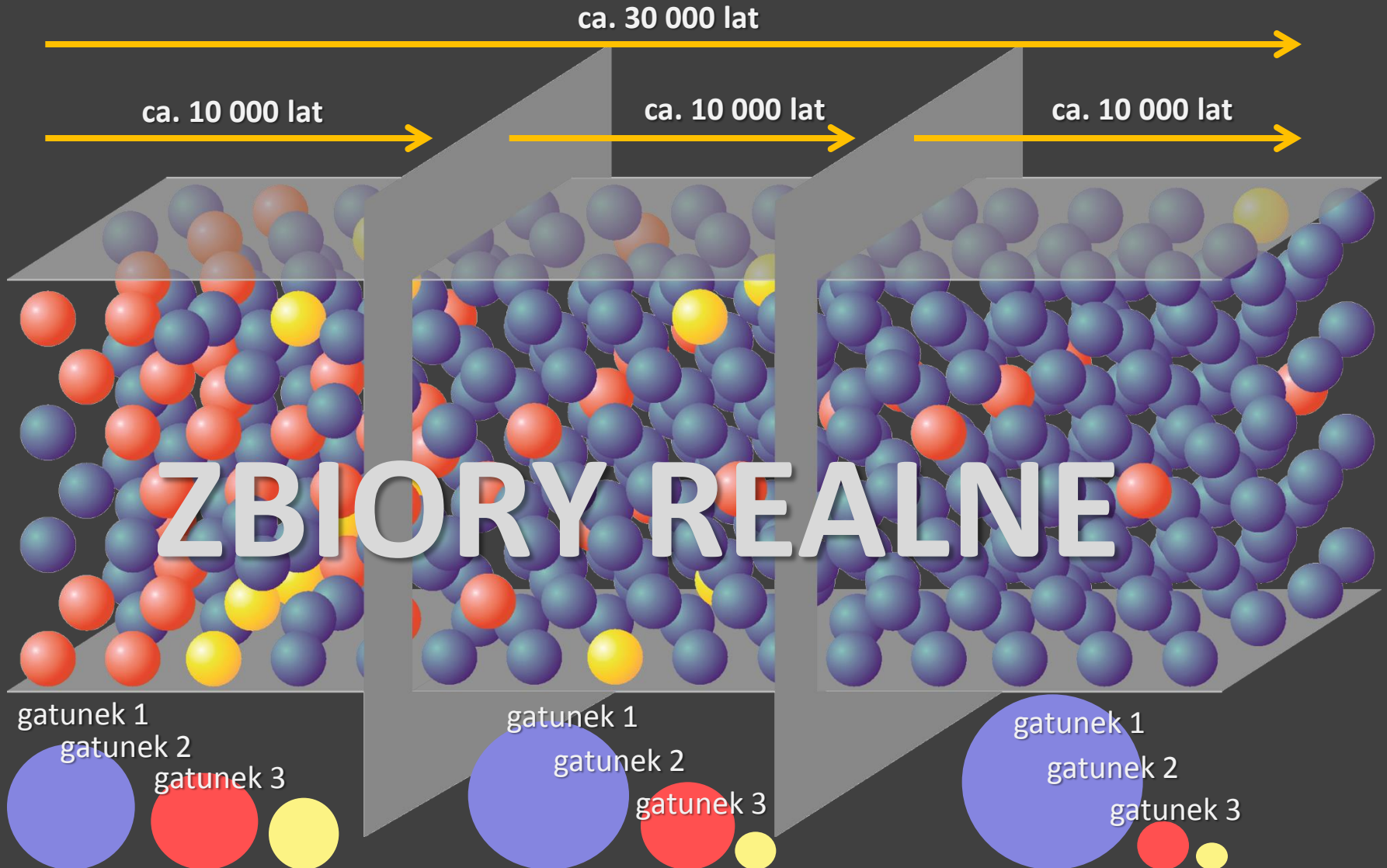
(BIO)(ICHNO) STRATYGRAFIA

ca. 30 000 lat



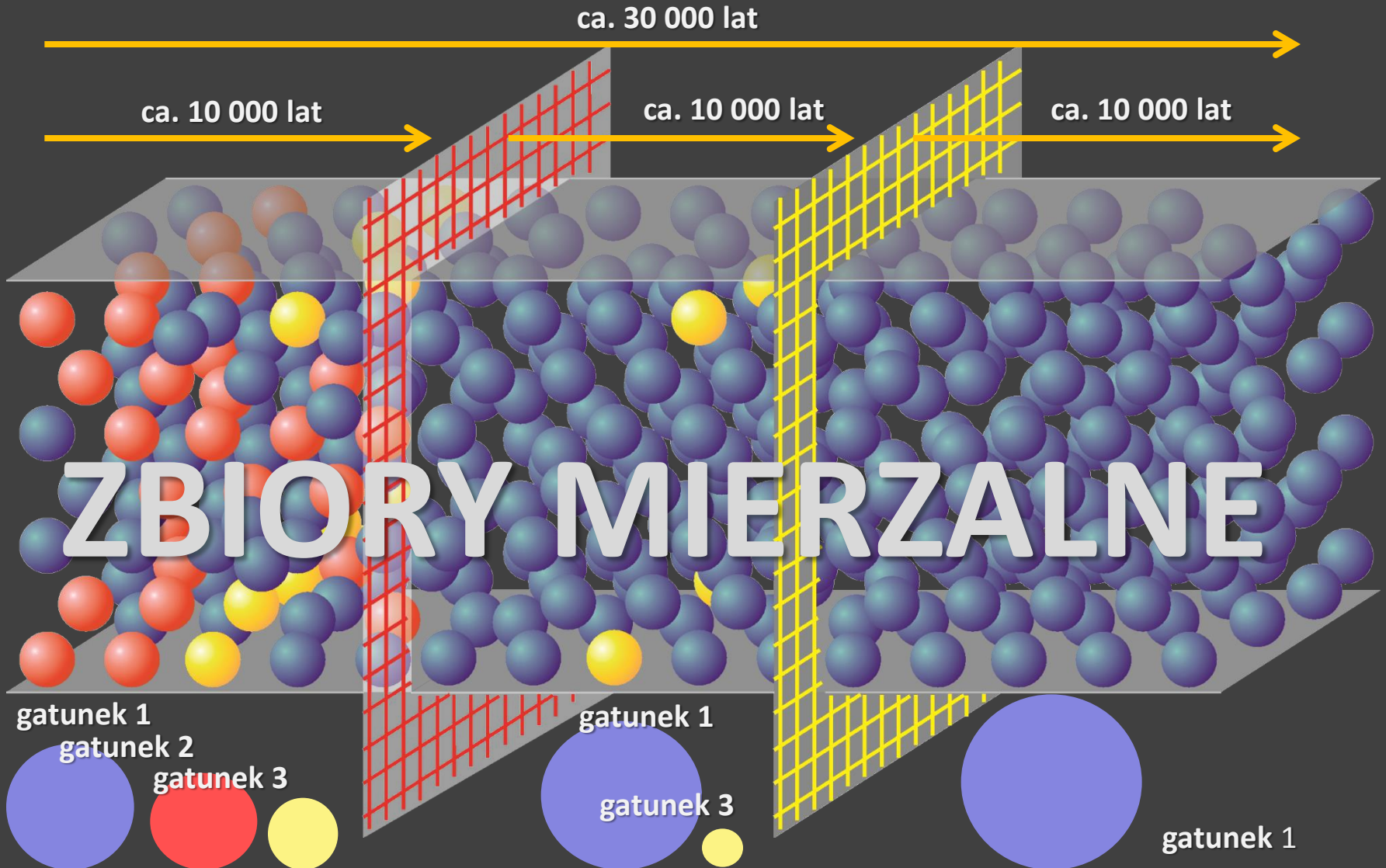


CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

**BEZWZGLĘDNE METODY POMIARU
CZASU (WIEKU)**

metody izotopowe



metoda stratygraficzna

metoda geodynamiczna

metody geomorfologiczne

metody sedimentologiczne

metody ichnofacjalne

metoda trakowa

dendrochronologia

**WZGLĘDNE METODY
POMIARU CZASU (WIEKU)**



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

IZOTOPOWE METODY POMIARU CZASU (WIEKU)

METODA IZOTOPOWA	$^{14}\text{C} \rightarrow ^{13}\text{C}, ^{12}\text{C}$	$^{40,39}\text{K} \rightarrow ^{40,39}\text{Ar}$	$^{238, 235, 233}\text{U} \rightarrow ^{232, 230}\text{Th}$	$^{238, 235}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$	$^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$
POŁOWICZNY ROZPAD	~5 740 lat	~1,26 mld	~4,5 mld	~0,7 mld	~48,6 mld
ZAKRES	do ~70 tys lat	pow. 0,1 Ma	pow. 100 Ma	pow. 100 Ma	pow. 100 Ma
ROZDZIELCZOŚĆ	2-50% (100 - 35 tys lat)	(0,01 - 40 Ma)	(0,1 - 3 Ma)	do 0,06% (0,06 - 20 Ma)	+/- 20 Ma)

źródła:

1. Pazdur, A., Bluszcz, A., Stankowski, W., Starkel, L., 1999. Geochronologia górnego czwartorzędu Polski. WIND-J. Wojewoda, Wrocław.
2. Walanus, A., Goslar, T., 2009. Datowanie radiowęglowe. Wydawnictwo AGH, 148 p.
3. Schmitz, M.D., Kuiper, K.F., 2013. High-Precision Geochronology. ELEMENTS, 9, 25–30.
4. Schoene, B., D.J. Condon, D.J., Morgan, L., McLean, N., Precision and Accuracy in Geochronology. ELEMENTS, 9, 19–24.



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

**BEZWZGLĘDNE METODY
POMIARU CZASU (WIEKU)**

metody izotopowe



metoda trakowa

dendrochronologia

metoda stratygraficzna

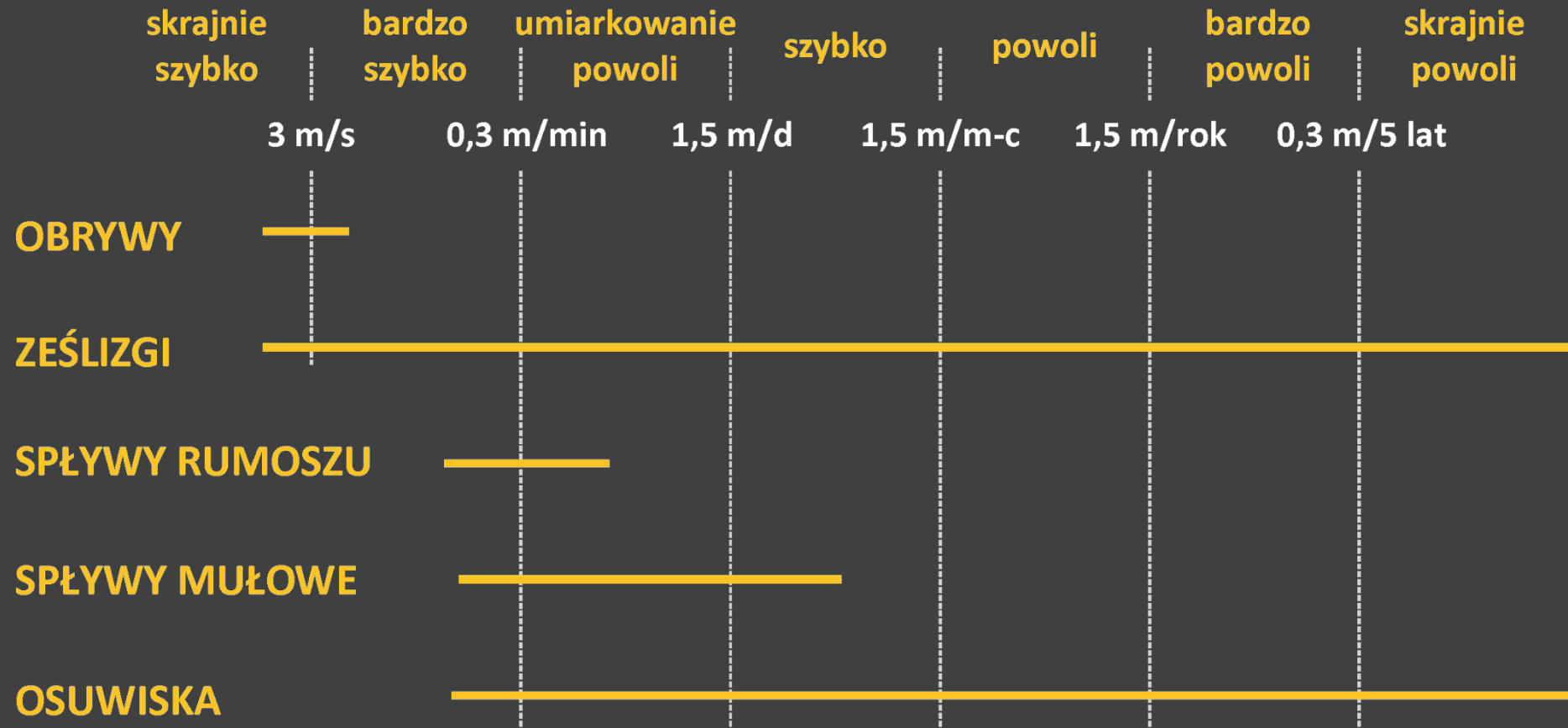
metoda geodynamiczna

metody geomorfologiczne**metody sedimentologiczne****metody ichnofacjalne****WZGLĘDNE METODY
POMIARU CZASU (WIEKU)**



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

PRZYBLIŻONA PRĘDKOŚĆ TRANSPORTU MASOWEGO (wg Varnes, 1958)



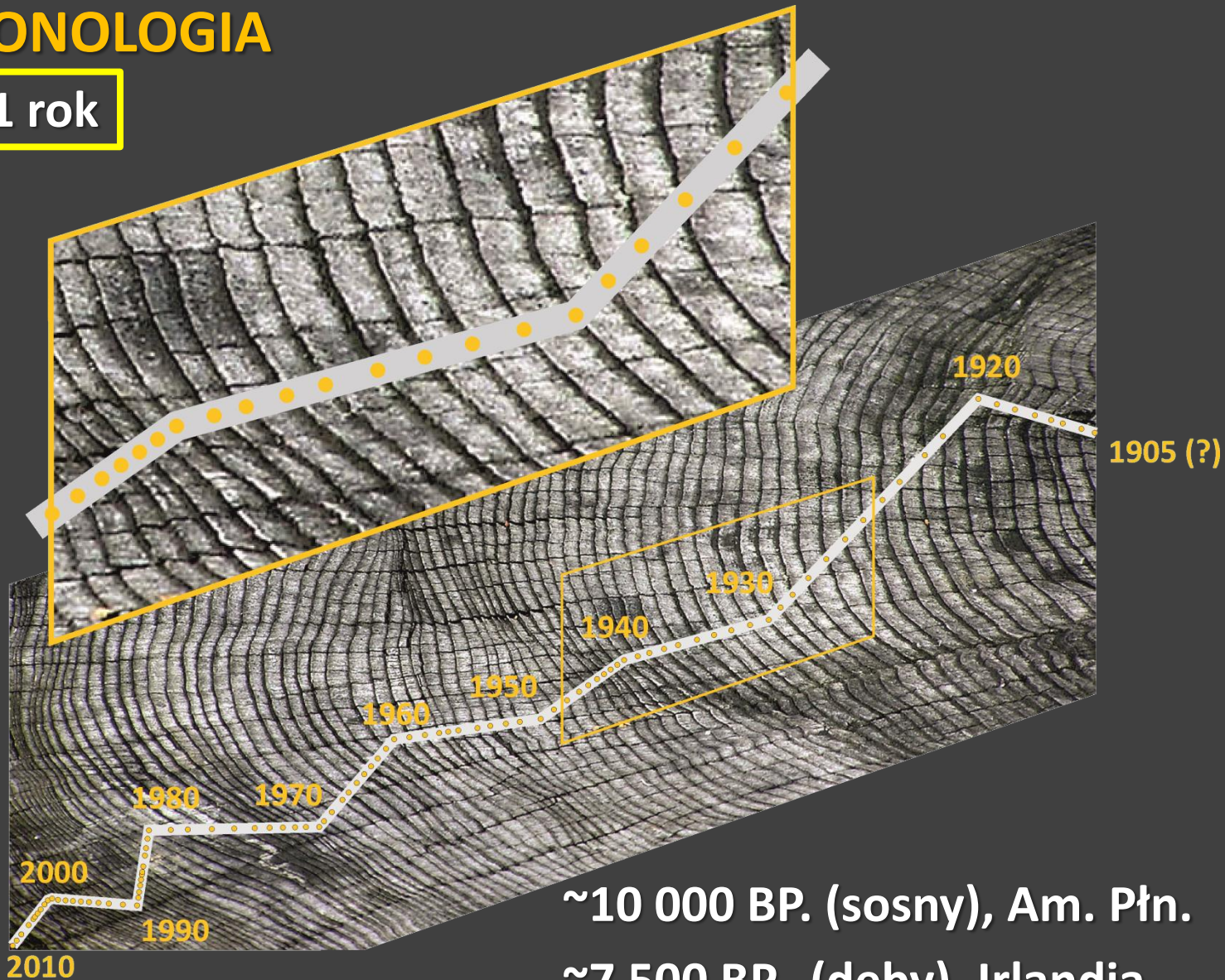


CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

DENDROCHRONOLOGIA

rozdzielczość **1 rok**

Przekrój pnia
dębu ściętego
w koronie wału
przeciw-
powodziowego
na Biskupinie
(Wrocław)



~10 000 BP. (sosny), Am. Płn.

~7 500 BP. (dęby), Irlandia



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

DENDROCHRONOLOGIA

rozdzielczość **1 rok**

~7,2 Ma

messynian (?)

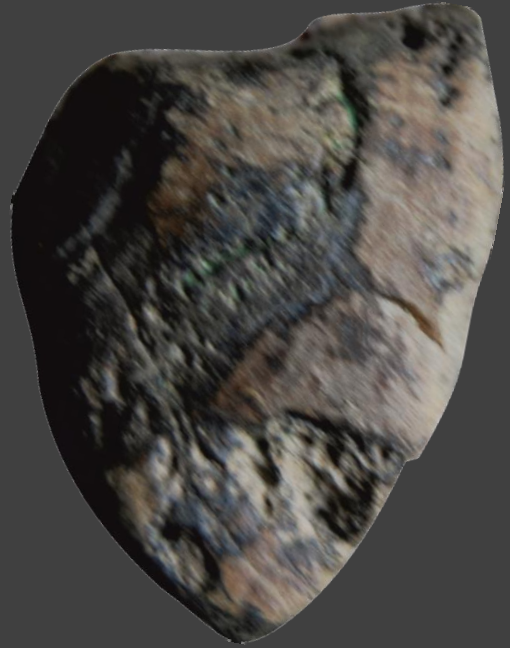
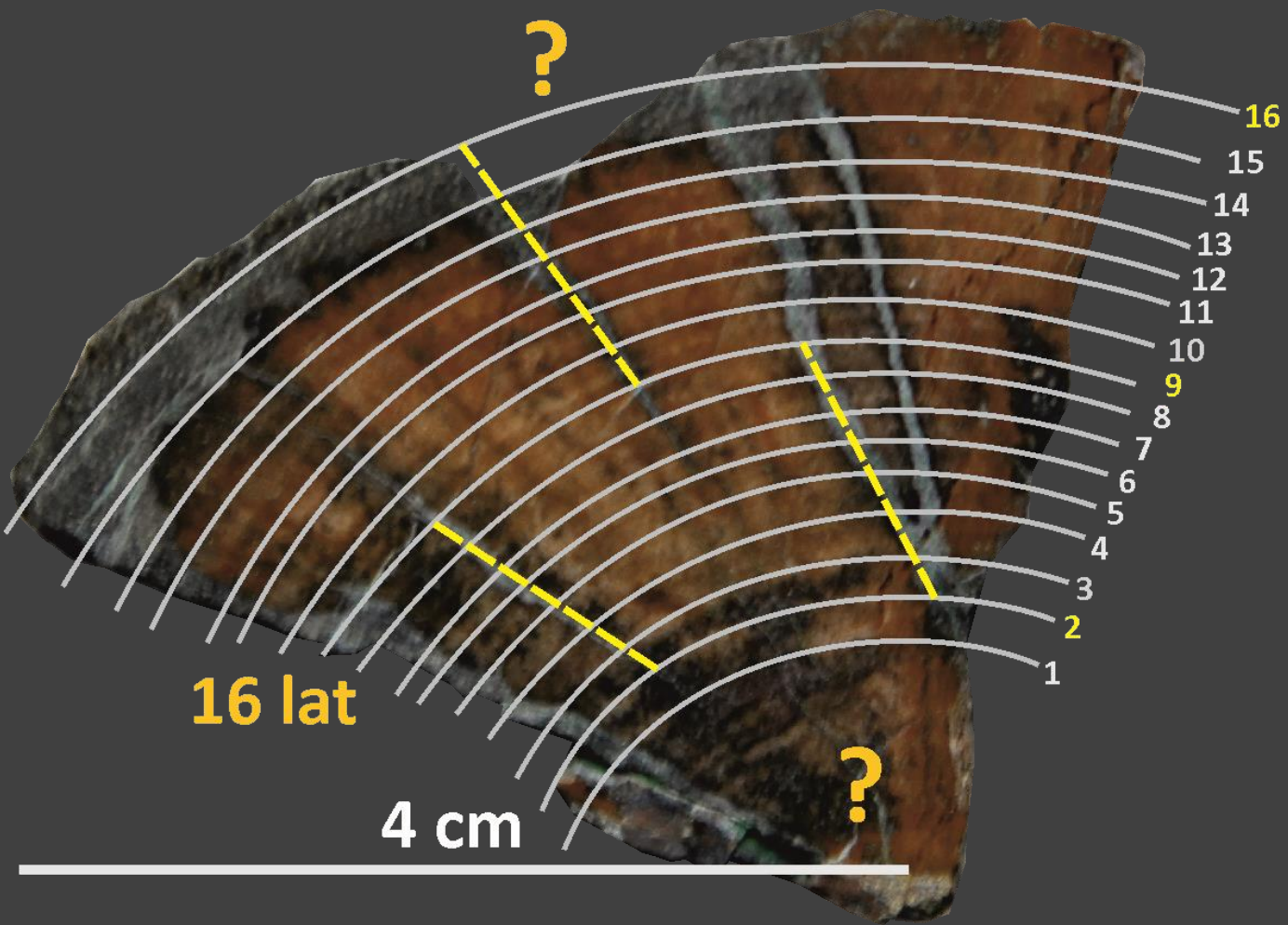




CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

DENDROCHRONOLOGIA

rozdzielczość **1 rok**



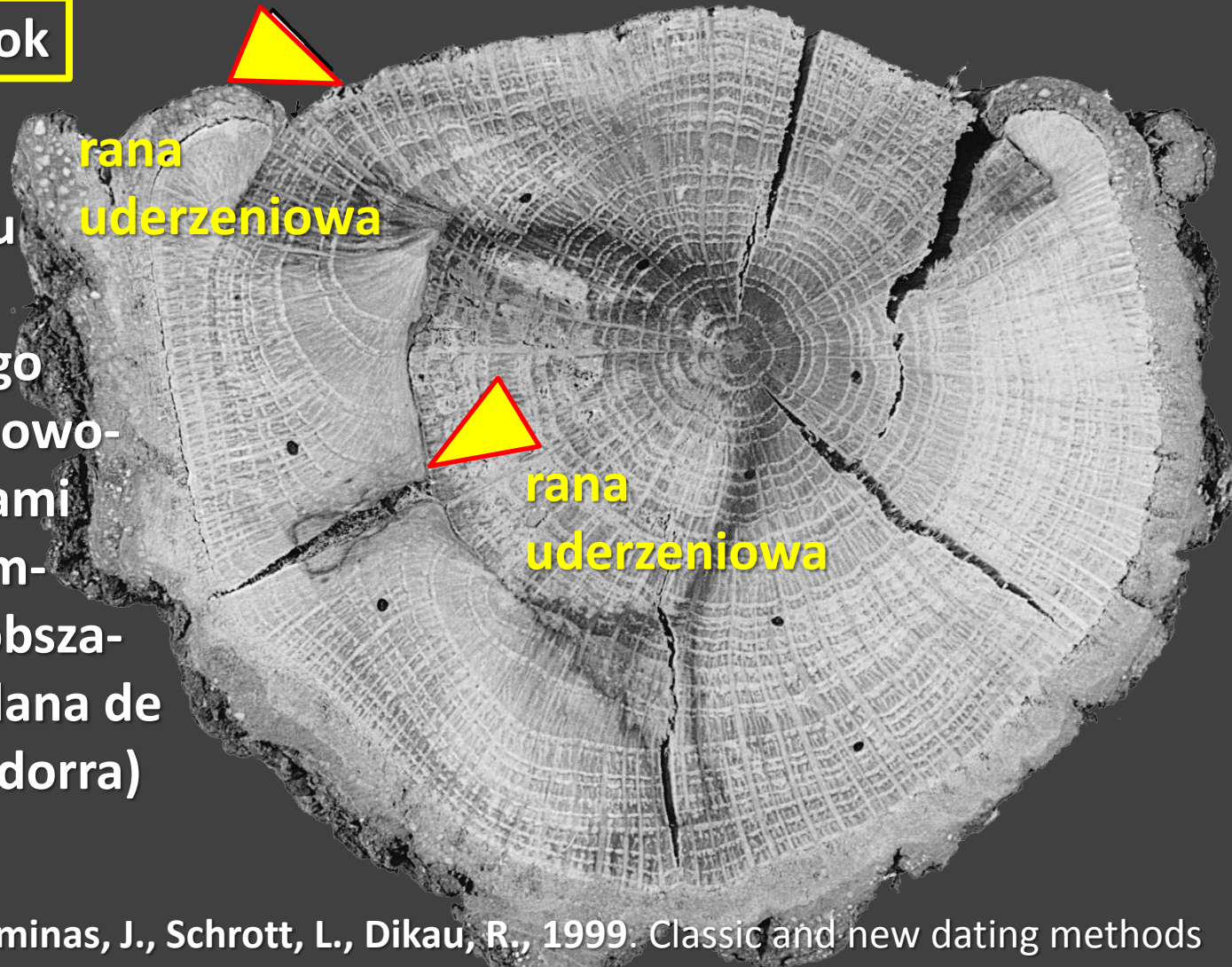


CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

DENDROCHRONOLOGIA, SEDYMENTOLOGIA

rozdzielczość – 1 rok

Przekrój pnia dębu przedstawiający dwie blizny różnego wieku (strzałki) spowodowane uderzeniami oberwanych odłamków skalnych na obszarze rumowiska Solana de Santa Coloma (Andorra)



Lang, A., Moya, J., Corominas, J., Schrott, L., Dikau, R., 1999. Classic and new dating methods for assessing the temporal occurrence of mass movements. *Geomorphology*, 30 , 33–52.



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY SEDYMENTOLOGICZNE

rytmity, warwochronologia, rozdzielczość **1 rok**

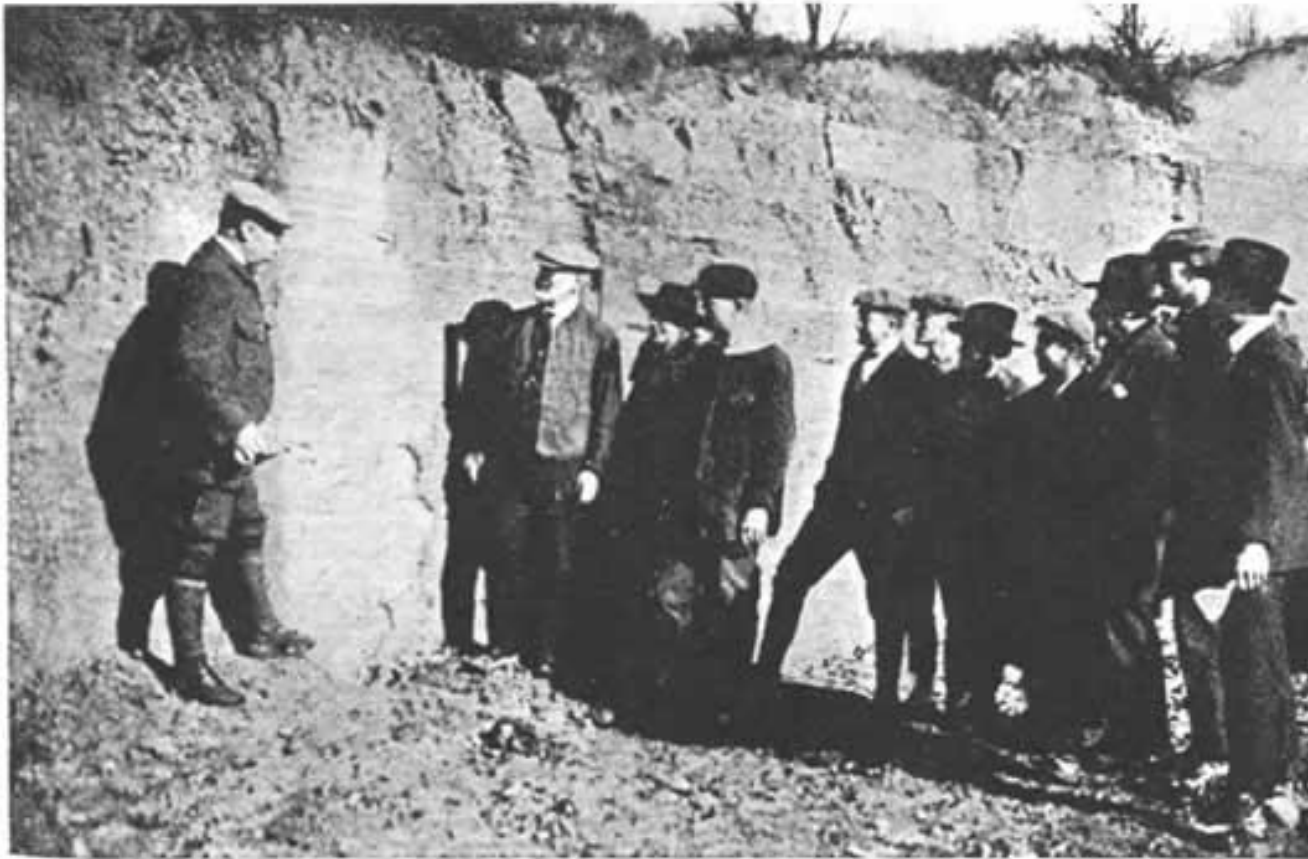


Fig. 55. Clay-varve excursion to Dutchess Junction in the Hudson valley. De Geer speaking to Professors Kemp, Douglas W. Johnson, and students from the Columbia University.
Photo E. H. De Geer.



Dirk Jan de Geer
1870-1960

Szwedzka Skala Czasu
(De Geer, 1912)

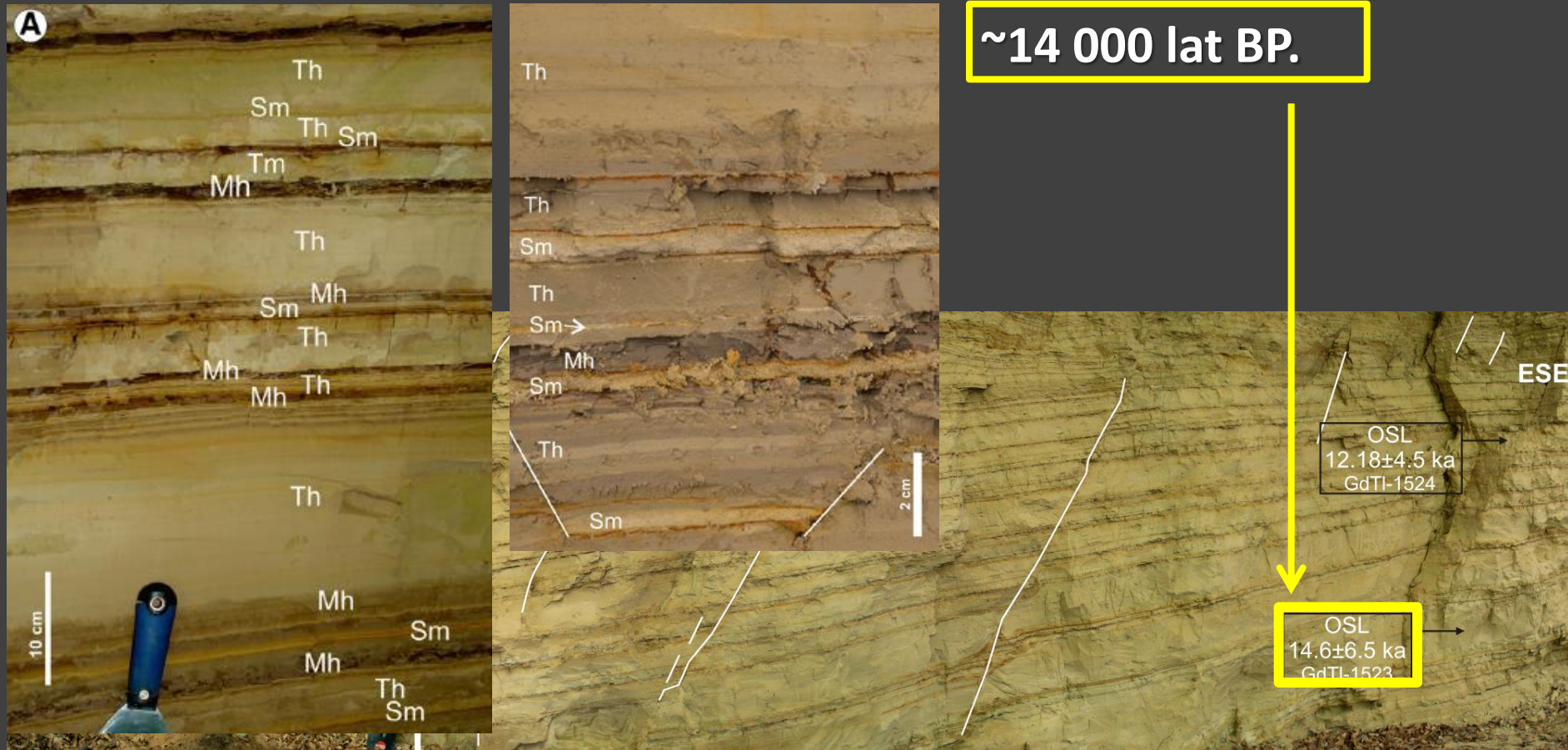


CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY SEDYMENTOLOGICZNE

rytmity, warwochronologia, rozdzielczość **1 rok**

~14 000 lat BP.



Pisarska-Jamroży, M., 2013. Varves and megavarves in the Eberswalde Valley (NE Germany) — A key for the interpretation of glaciolimnic processes. *Sedimentary Geology*, 291, 84–96.



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY SEDYMENTOLOGICZNE

„cyklity”, osady powodziowe, sztormity, rozdzielczość **0.2 - 1 rok**



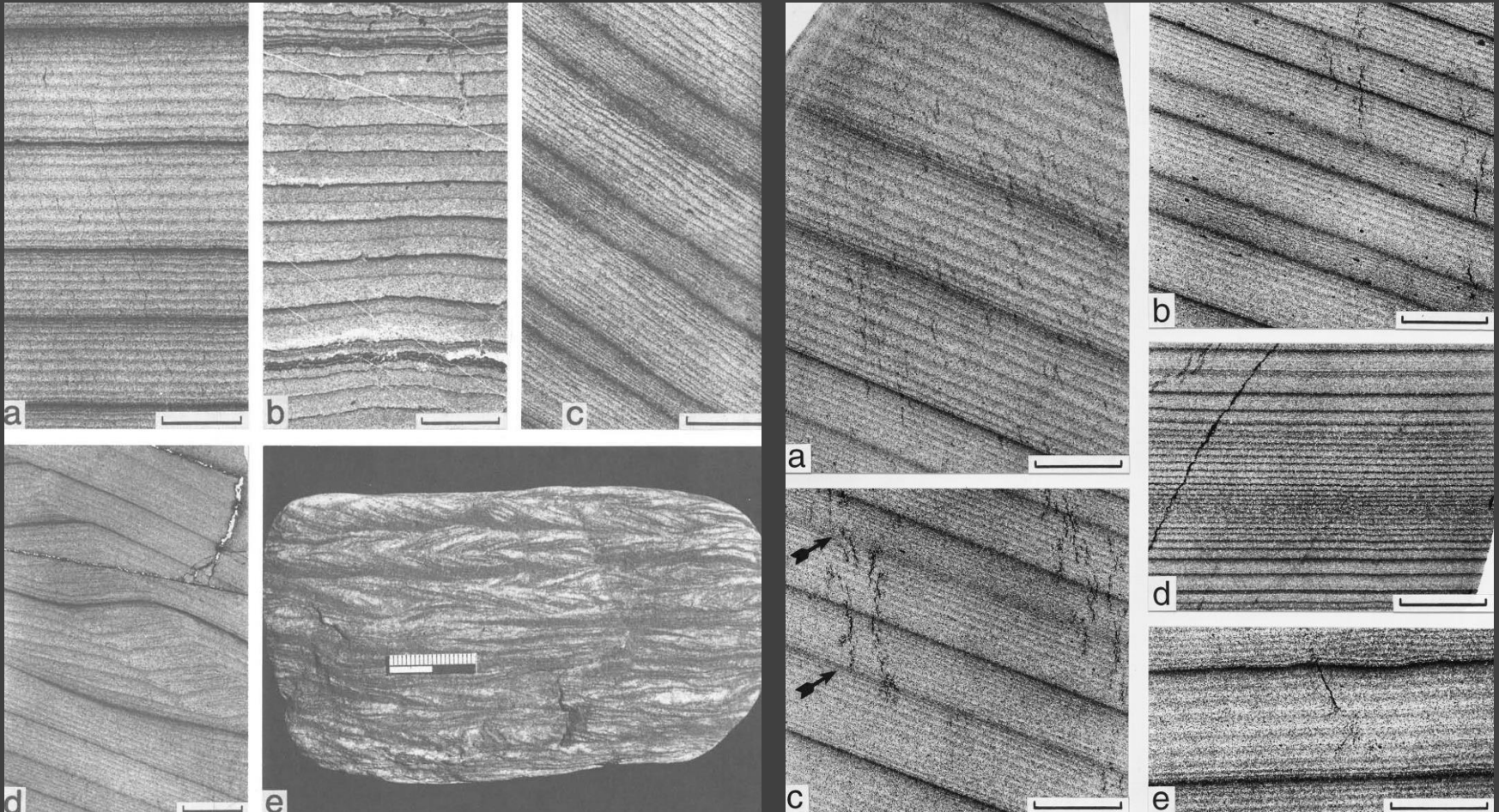
„cyklity” - *ang. „cyclic sediments”*



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY SEDYMENTOLOGICZNE

„rytmity”, osady pływowe, rozdzielczość **12 h**



„cyklity” - *ang.* „cyclic sediments”



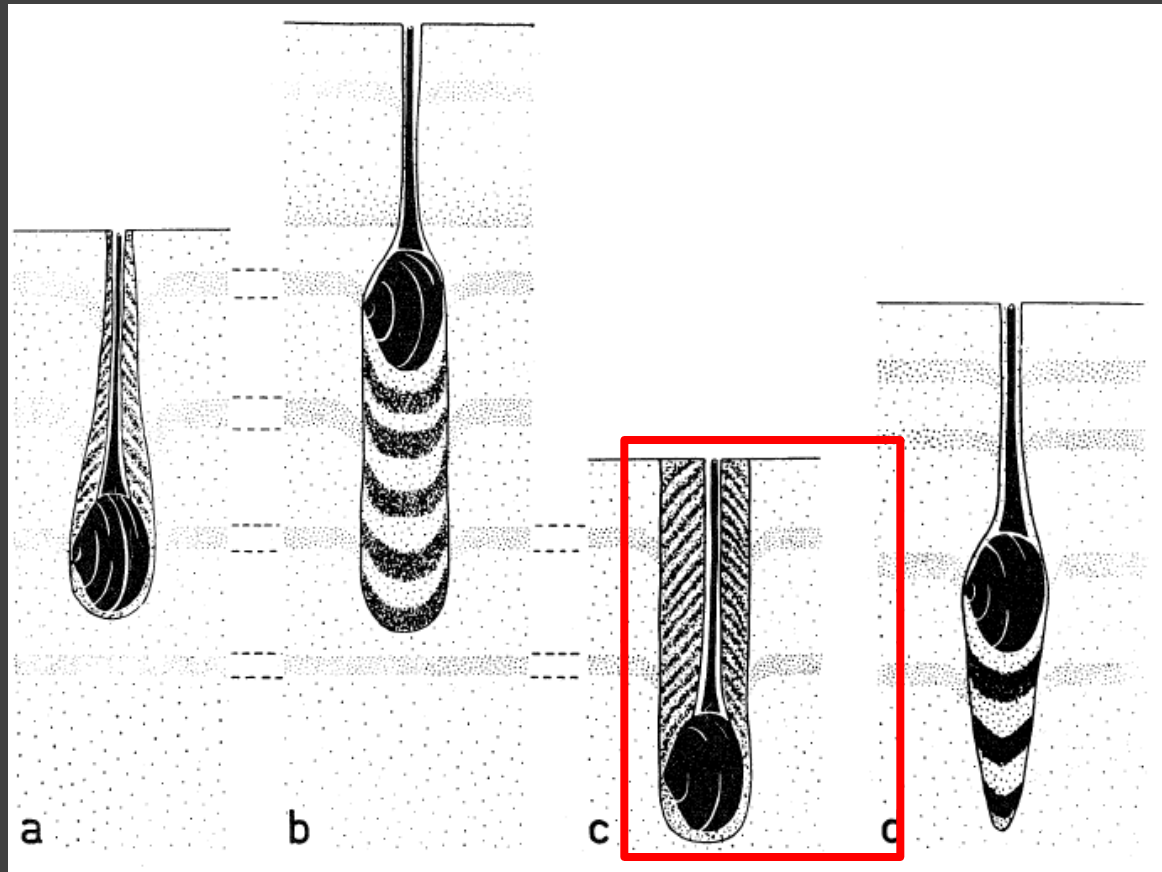
CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY ICHNOFACJALNE

Ślady zagrzebywania w osadzie, rozdzielczość ~10 min



Yoldia limatula



Kranz, P.M., 1987. The anastrophic burial of bivalves and its paleoecological significance. The Journal of Geology, 82, 2, 237-265



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY ICHNOFACJALNE

Ślady uciezki z osadu, rozdzielczość ~2 min

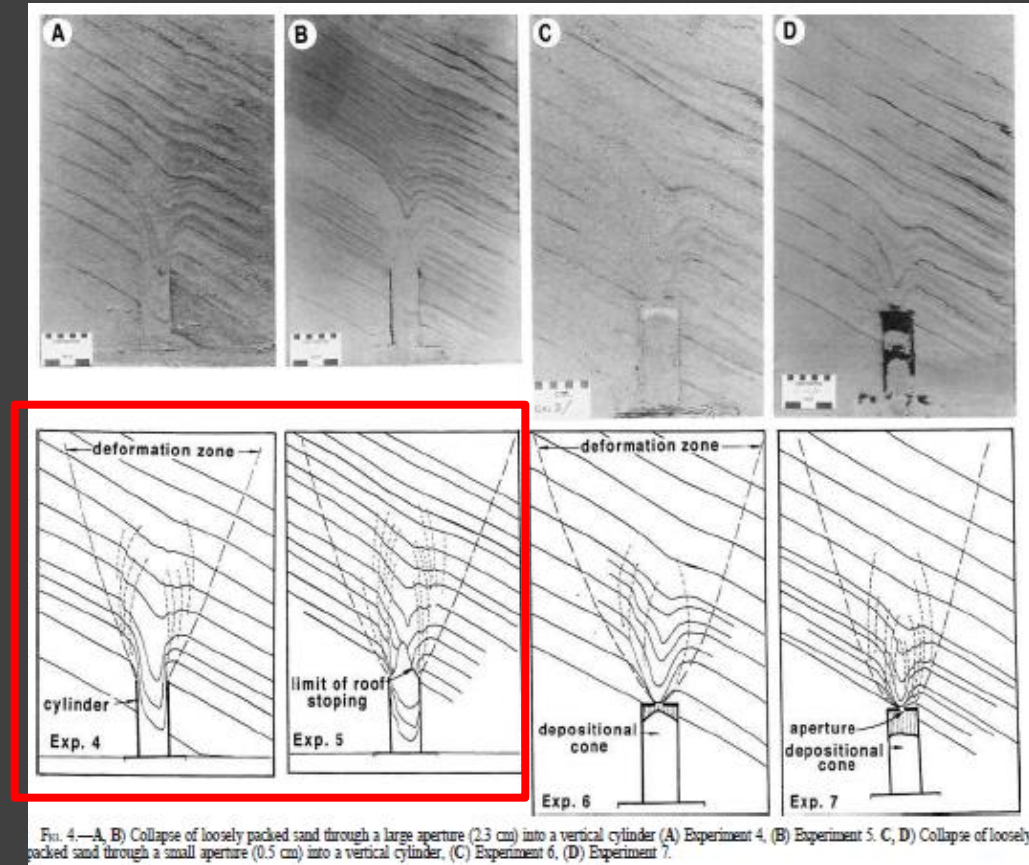


FIG. 4.—A, B) Collapse of loosely packed sand through a large aperture (2.3 cm) into a vertical cylinder (A) Experiment 4, (B) Experiment 5. C, D) Collapse of loosely packed sand through a small aperture (0.5 cm) into a vertical cylinder, (C) Experiment 6, (D) Experiment 7.

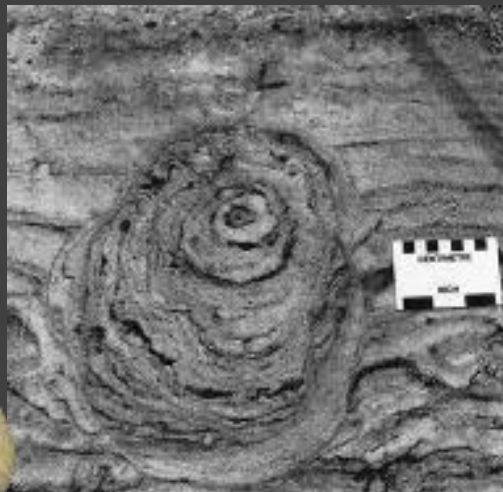
Buck, S.G., Goldring, R., 2003. Conical sedimentary structures, trace fossils or not? Observations, experiments, and review. Journal of Sedimentary Research, 73, 3, 338-353.

Donax variabilis



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY ICHNOFACJALNE

Ślady ucieczki z osadu, rozdzielczość **~2 min***Donax variabilis*

Buck, S.G., Goldring, R., 2003. Conical sedimentary structures, trace fossils or not? Observations, experiments, and review. *Journal of Sedimentary Research*, 73, 3, 338-353.



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY GEODYNAMICZNE

Sejsmity, ślady zniszczeń związanych z trzęsieniami ziemi **od 15 s**

sejsmit (Seilacher 1969)

sejsmoturbidyt (Mutti et al., 1984)

megaturbidyt (Seguret, Labaume 1984)

tsunamit (Cita 1984)

homogenit (Hieke 1984)



1755 Lizbona, Portugalia, 8,5-9,0

jako pierwszy powiązał trzęsienia ziemi ze **sprężystymi**
organami ośrodka skalnego;

wyznaczył **epicentrum** Wielkiego Trzęsienia Ziemi w Lizbonie.

W 1783 jako pierwszy postulował istnienie „**czarnych dziur**” w przestrzeni.



Conjectures Concerning the Cause and Observations upon the
Phaenomena of Earthquakes, *Philosophical Transactions* (1760)

1760

John Michell (1724 –1793)

Brytyjski geolog i astronom, który jest uznawany za jednego z ojców sejsmologii. W 1760 został wybrany członkiem Towarzystwa Królewskiego w Londynie. Michell podał przypuszczalne przyczyny trzęsienia ziemi w Lizbonie.

Według niego przyczyna znajduje się pod Oceanem Atlantyckim i jest to rozgrzana, pod ciśnieniem para wodna, która powstała przy zetknięciu się wód oceanicznych z „podziemnymi ogniami”.



1755 Lizbona, Portugalia, 8,5-9,0

1760

jako pierwszy powiązał trzęsienia ziemi ze **sprężystymi**
organami ośrodka skalnego

wyznaczył **epicentrum** Wielkiego Trzęsienia Ziemi w Lizbonie

W 1783 jako pierwszy postulował istnienie „**czarnych dziur**” w
przestrzeni

John Michell (1724 –1793)

Brytyjski geolog i astronom, który jest uznawany za jednego z ojców sejsmologii. W 1760 został wybrany członkiem Towarzystwa Królewskiego w Londynie. Michell podał przypuszczalne przyczyny trzęsienia ziemi w Lizbonie.

Według niego przyczyna znajduje się pod Oceanem Atlantyckim i jest to rozgrzana, pod ciśnieniem para wodna, która powstała przy zetknięciu się wód oceanicznych z „podziemnymi ogniami”. C



Boscovitz, A., 1890. Earthquakes. London,



1755 Lizbona, Portugalia, 8,5-9,0

jako pierwszy powiązał trzęsienia ziemi ze **sprężystymi**
drganiami ośrodka skalnego

wyznaczył **epicentrum** Wielkiego Trzęsienia Ziemi w Lizbonie

W 1783 jako pierwszy postulował istnienie „**czarnych dziur**” w przestrzeni



1760

John Michell (1724 –1793)

Brytyjski geolog i astronom, który jest uznawany za jednego z ojców sejsmologii. W 1760 został wybrany członkiem Towarzystwa Królewskiego w Londynie. Michell podał przypuszczalne przyczyny trzęsienia ziemi w Lizbonie.

Według niego przyczyna znajduje się pod Oceanem Atlantyckim i jest to rozgrzana, pod ciśnieniem para wodna, która powstała przy zetknięciu się wód oceanicznych z „podziemnymi ogniami”. C



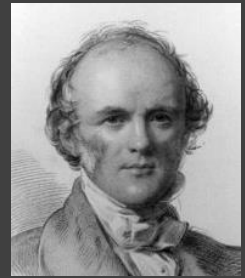
1755 Lizbona, Portugalia, 8,5-9,0

... nagle, nabrzeże zatono ze wszystkimi ludźmi znajdującymi się na nim, i żadne zwłoki nigdy nie wyłynęły na powierzchnię. Mnogość łodzi i niewielkich statków zakotwiczonych koło nabrzeża, większość wypełniona ludźmi, została pochłonięta, jak w wirze. ...

lected there for safety, as a spot where they might be beyond the reach of falling ruins; but suddenly, the quay sank down with all the people on it, and not one of the dead bodies ever floated to the surface. A great number of boats and small vessels anchored near it, all full of people, were swallowed up, as in a whirlpool.¹

Lyell, C., 1830. Principles of Geology.

1830



Charles Lyell (1797 –1875) British geologist and astronomer who is considered one of the fathers of seismology, the science of earthquakes. He showed that the focus of that earthquake was underneath the Atlantic Ocean, and he proposed erroneously that the cause of earthquakes was high-pressure steam, created when water comes into contact with subterranean fires. The first volume of the Principles of Geology appeared in 1830, and the second in January 1832. In August 1838 Lyell published the Elements of Geology, which, from being originally an expansion of one section of the Principles, became a standard work on stratigraphical and palaeontological geology. In 1831-1833 Lyell was professor of geology at King's College, London, and delivered while there a course of lectures, which became the foundation of the Elements of Geology. He died on the 22nd of February 1875, and was buried in Westminster Abbey.



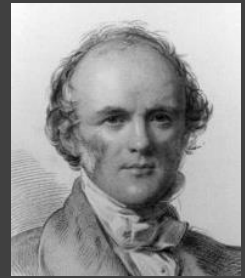
1755 Lizbona, Portugalia, 8,5-9,0

... nagle, nabrzeże zatono ze wszystkimi ludźmi znajdującymi się na nim, i żadne zwłoki nigdy nie wyłynęły na powierzchnię. Mnogość łodzi i niewielkich statków zakotwiczonych koło nabrzeża, większość zapełniona ludźmi, została pochłonięta, jak w wirze. ...

lected there for safety, as a spot where they might be beyond the reach of falling ruins; but suddenly, the quay sank down with all the people on it, and not one of the dead bodies ever floated to the surface. A great number of boats and small vessels anchored near it, all full of people, were swallowed up, as in a whirlpool.¹

Lyell, C., 1830. Principles of Geology.

1830



Charles Lyell (1797 –1875) British geologist and astronomer who is considered one of the fathers of seismology, the science of earthquakes. He showed that the focus of that earthquake was underneath the Atlantic Ocean, and he proposed erroneously that the cause of earthquakes was high-pressure steam, created when water comes into contact with subterranean fires. The first volume of the Principles of Geology appeared in 1830, and the second in January 1832. In August 1838 Lyell published the Elements of Geology, which, from being originally an expansion of one section of the Principles, became a standard work on stratigraphical and palaeontological geology. In 1831-1833 Lyell was professor of geology at King's College, London, and delivered while there a course of lectures, which became the foundation of the Elements of Geology. He died on the 22nd of February 1875, and was buried in Westminster Abbey.



1783 Calabria, Hiszpania, 8,0 (?)

1784

regarding the great Messina earthquakes (1783) “a great number of crater-like sink holes appeared in the wet depressions of the Mesima plain [...] the bank of the Jeropotamo collapsed and a tremendous crack opened from the Sirocco [i.e. the south] to the Mistral [i.e. the north] and the downside has subsided with the rest of the [Mesima] plain”. These descriptions always emphasize the importance and frequency of ground lique-



Torcia, M., 1784. Tremuoto accaduto nella Calabria e a Messina alli 5 Febbrajo 1789.

W:

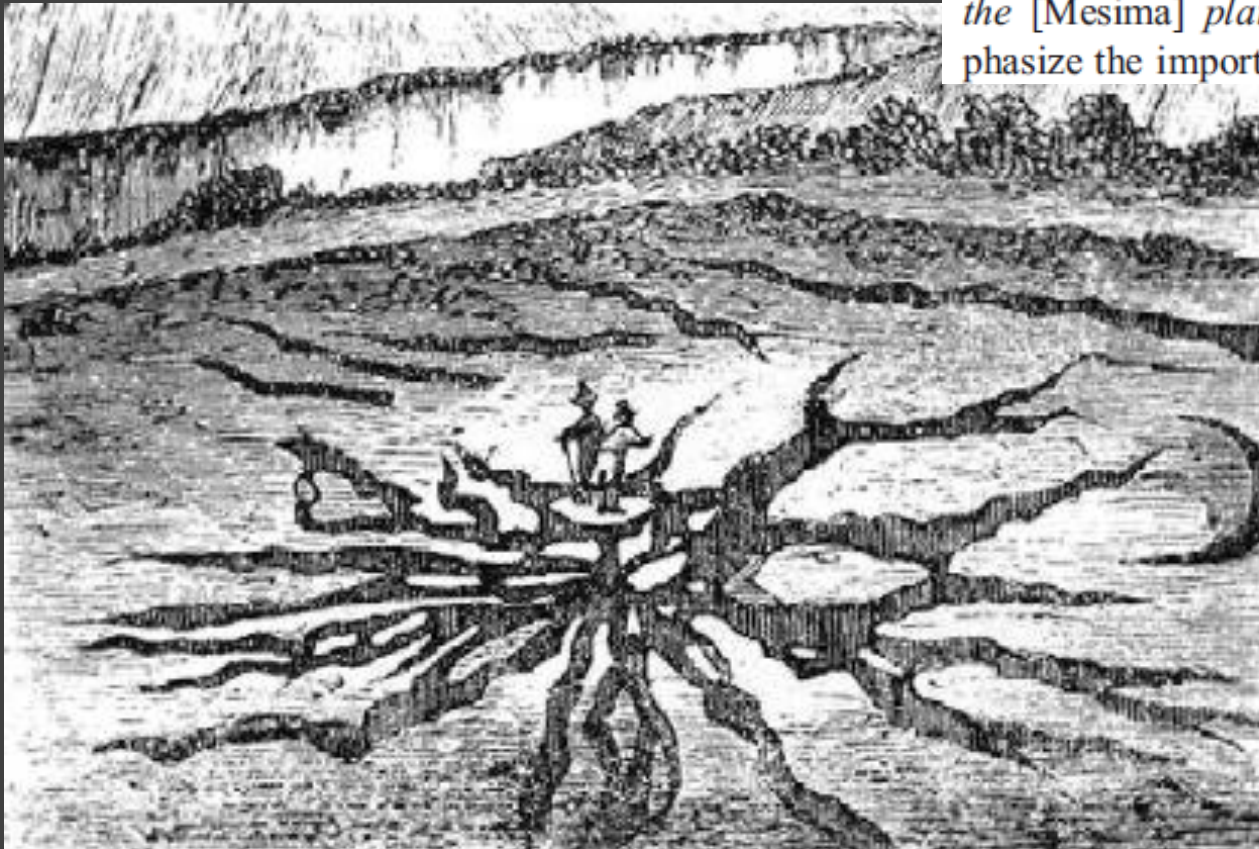
Montenat, C., Barrier, P., Ott D'Estevou, P. & Hibsich, C. 2007. Seismites: an attempt at critical analysis and classification. *Sedimentary Geology*, 196, 5–30.



1783 Calabria, Hiszpania, 8,0 (?)

1784

regarding the great Messina earthquakes (1783) “a great number of crater-like sink holes appeared in the wet depressions of the Mesima plain [...] the bank of the Jeropotamo collapsed and a tremendous crack opened from the Sirocco [i.e. the south] to the Mistral [i.e. the north] and the downside has subsided with the rest of the [Mesima] plain”. These descriptions always emphasize the importance and frequency of ground lique-



Torcia, M., 1784. Tremuoto accaduto nella Calabria e a Messina alli 5 Febbrajo 1789.

W:

Montenat, C., Barrier, P., Ott D'Estevou, P. & Hibsich, C. 2007. Seismites: an attempt at critical analysis and classification. *Sedimentary Geology*, 196, 5–30.



1811 Madryt, Hiszpania, 7,0-8,1

... od 70 do 80 mil (110 i 130 km) w kierunku północ-południe i 30 mil (50 km) w kierunku wschód-zachód... W marcu 1846 objechałem wokół "zatopiony kraj" w okolicy New Madrid...

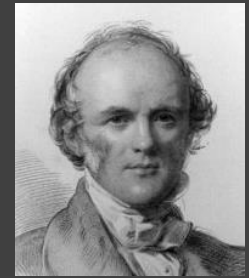
the largest area affected by the great convulsion . . . is called "the sunk country," and is said to extend . . . between 70 and 80 miles [110 and 130 kilometers] north and south, and 30 miles [50 kilometers] east and west. . . . In March 1846 I skirted the borders of the "sunk country" nearest to New Madrid, . . . where dead trees of various kinds, some erect in the water, others fallen and strewed in dense masses over the bottom, in the shallows, and near the shore, were conspicuous. I also beheld countless rents in the adjoining dry alluvial plains, caused by the movements of the soil in 1811-12, still open, though the rains, frost, and river inundations have greatly diminished their original depth.⁷

Some of the "rents" reported by Lyell were several kilometers long and as much as 9 meters wide. One Godfrey Le Sieur, who as a boy survived the earthquakes, later wrote:

The earth was observed to be rolling in waves a few feet in height, with a visible depression between. By and by these swells burst, throwing up large volumes of water [and] sand. . . . When the swells burst, wide and long fissures were left.⁸

Lyell, C., 1872. Principles of Geology. 11th Edition

1872



Charles Lyell (1797 –1875) British geologist and astronomer who is considered one of the fathers of seismology, the science of earthquakes. He showed that the focus of that earthquake was underneath the Atlantic Ocean, and he proposed erroneously that the cause of earthquakes was high-pressure steam, created when water comes into contact with subterranean fires. The first volume of the Principles of Geology appeared in 1830. In August 1838 Lyell published the Elements of Geology, which, from being originally an expansion of one section of the Principles, became a standard work on stratigraphical and palaeontological geology. In 1831-1833 Lyell was professor of geology at King's College, London, and delivered while there a course of lectures, which became the foundation of the Elements of Geology. He died on the 22nd of February 1875, and was buried in Westminster Abbey.



1811 Madryt, Hiszpania, 7,0-8,1

Ujrzałem również niezliczone szczeliny w przylegających suchych równinach aluwialnych, spowodowane przez ruchy podłoża w grudniu 1811, wciąż otwarte, chociaż deszcze, mrozy i powodzie rzeki znacznie osłabiły ich pierwotną głębokość.

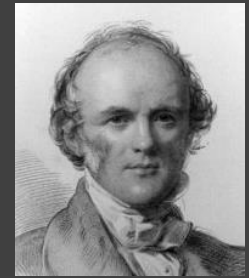
borders of the "sunk country" nearest to New Madrid, . . . where dead trees of various kinds, some erect in the water, others fallen and strewed in dense masses over the bottom, in the shallows, and near the shore, were conspicuous. I also beheld countless rents in the adjoining dry alluvial plains, caused by the movements of the soil in 1811-12, still open, though the rains, frost, and river inundations have greatly diminished their original depth.⁷

Some of the "rents" reported by Lyell were several kilometers long and as much as 9 meters wide. One Godfrey Le Sieur, who as a boy survived the earthquakes, later wrote:

The earth was observed to be rolling in waves a few feet in height, with a visible depression between. By and by these swells burst, throwing up large volumes of water [and] sand. . . . When the swells burst, wide and long fissures were left.⁸

Lyell, C., 1872. Principles of Geology. 11th Edition

1872



Charles Lyell (1797 –1875) British geologist and astronomer who is considered one of the fathers of seismology, the science of earthquakes. He showed that the focus of that earthquake was underneath the Atlantic Ocean, and he proposed erroneously that the cause of earthquakes was high-pressure steam, created when water comes into contact with subterranean fires. The first volume of the Principles of Geology appeared in 1830. In August 1838 Lyell published the Elements of Geology, which, from being originally an expansion of one section of the Principles, became a standard work on stratigraphical and palaeontological geology. In 1831-1833 Lyell was professor of geology at King's College, London, and delivered while there a course of lectures, which became the foundation of the Elements of Geology. He died on the 22nd of February 1875, and was buried in Westminster Abbey.



1811 Madryt, Hiszpania, 7,0-8,1

Grunt został „pofałdowany” w grzbiety o wysokości kilku stóp z widocznymi depresjami pośrodku. Z czasem te grzbiety rozrywały się, wyrzucając masy wody [i] piasku.

. . . Po przerwaniu grzbietów pozostają szerokie i długie szczeliny.

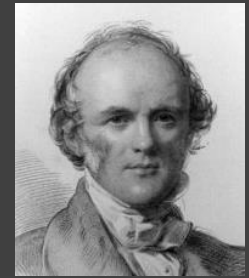
borders of the “sink country” nearest to New Madrid, . . . where dead trees of various kinds, some erect in the water, others fallen and strewed in dense masses over the bottom, in the shallows, and near the shore, were conspicuous. I also beheld countless rents in the adjoining dry alluvial plains, caused by the movements of the soil in 1811-12, still open, though the rains, frost, and river inundations have greatly diminished their original depth.⁷

Some of the “rents” reported by Lyell were several kilometers long and as much as 9 meters wide. One Godfrey Le Sieur, who as a boy survived the earthquakes, later wrote:

The earth was observed to be rolling in waves a few feet in height, with a visible depression between. By and by these swells burst, throwing up large volumes of water [and] sand. . . . When the swells burst, wide and long fissures were left.⁸

Lyell, C., 1872. Principles of Geology. 11th Edition

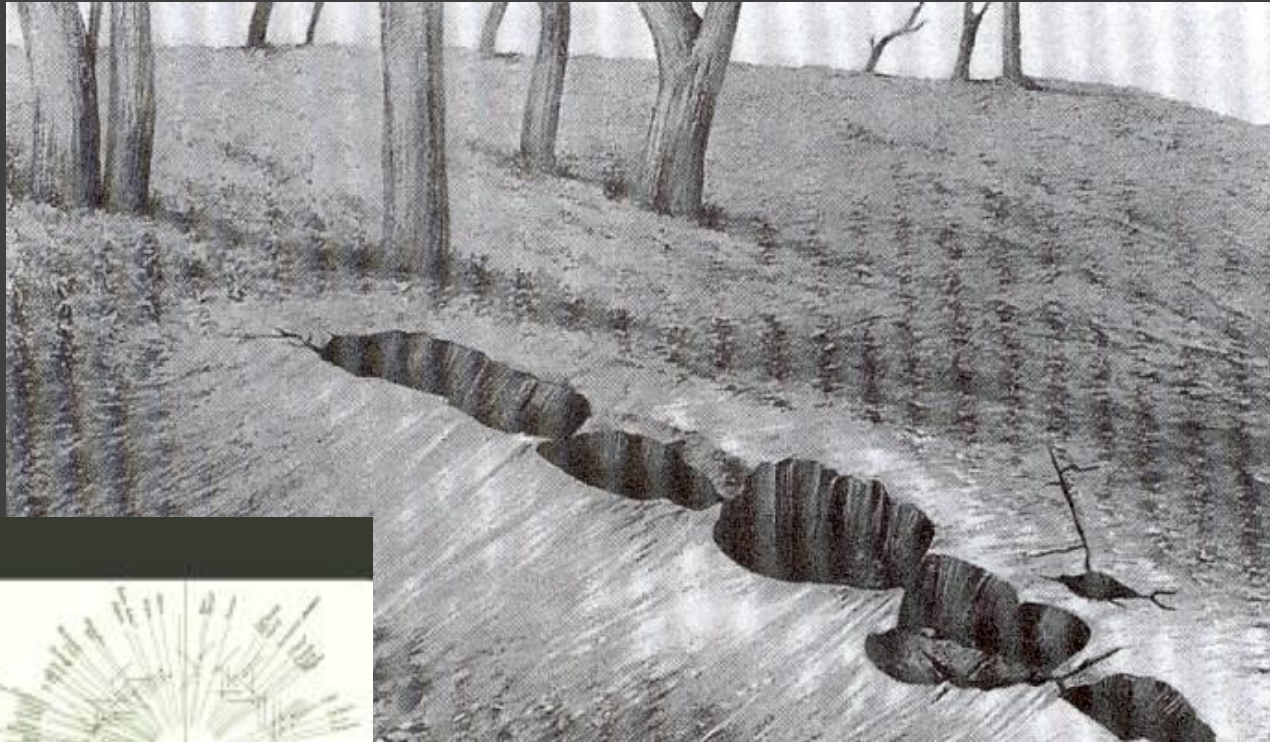
1872



Charles Lyell (1797 –1875) British geologist and astronomer who is considered one of the fathers of seismology, the science of earthquakes. He showed that the focus of that earthquake was underneath the Atlantic Ocean, and he proposed erroneously that the cause of earthquakes was high-pressure steam, created when water comes into contact with subterranean fires. The first volume of the Principles of Geology appeared in 1830. In August 1838 Lyell published the Elements of Geology, which, from being originally an expansion of one section of the Principles, became a standard work on stratigraphical and palaeontological geology. In 1831-1833 Lyell was professor of geology at King's College, London, and delivered while there a course of lectures, which became the foundation of the Elements of Geology. He died on the 22nd of February 1875, and was buried in Westminster Abbey.



1811 Madryt, Hiszpania, 7,0-8,1



1907



Earthquakes in Central America, in *Popular Science Monthly* Volume 28, April 1886

Ferdinand de Montessus de Ballore (1851-1923) był jednym z twórców naukowej sejsmologii obok Perreya, Mallet, Milne i Omori. Badał trzęsienia ziemi i wulkany w Ameryce Środkowej (1881-1885). Po powrocie do Francji stworzył najbardziej kompletny katalog trzęsień ziemi z blisko 160.000 wydarzeniami światowymi (1885-1907). Był współtwórcą i pierwszym szefem **Chilijskiej Służby Sejsmicznej** (1907-1923). Wiele z jego pomysłów wyprzedzało późniejsze odkrycia. Był wyjątkowo płodnym badaczem, wydał ponad 30 książek i sto artykułów naukowych.



La science séismologique
Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)

... L'Erzgebirge géologico-si...

Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)

Les océans sismiques

Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)

Loi générale de la répartition des régions sismiques ...

Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)

... La théorie sismico-cycl... du déluge par Suess

Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)



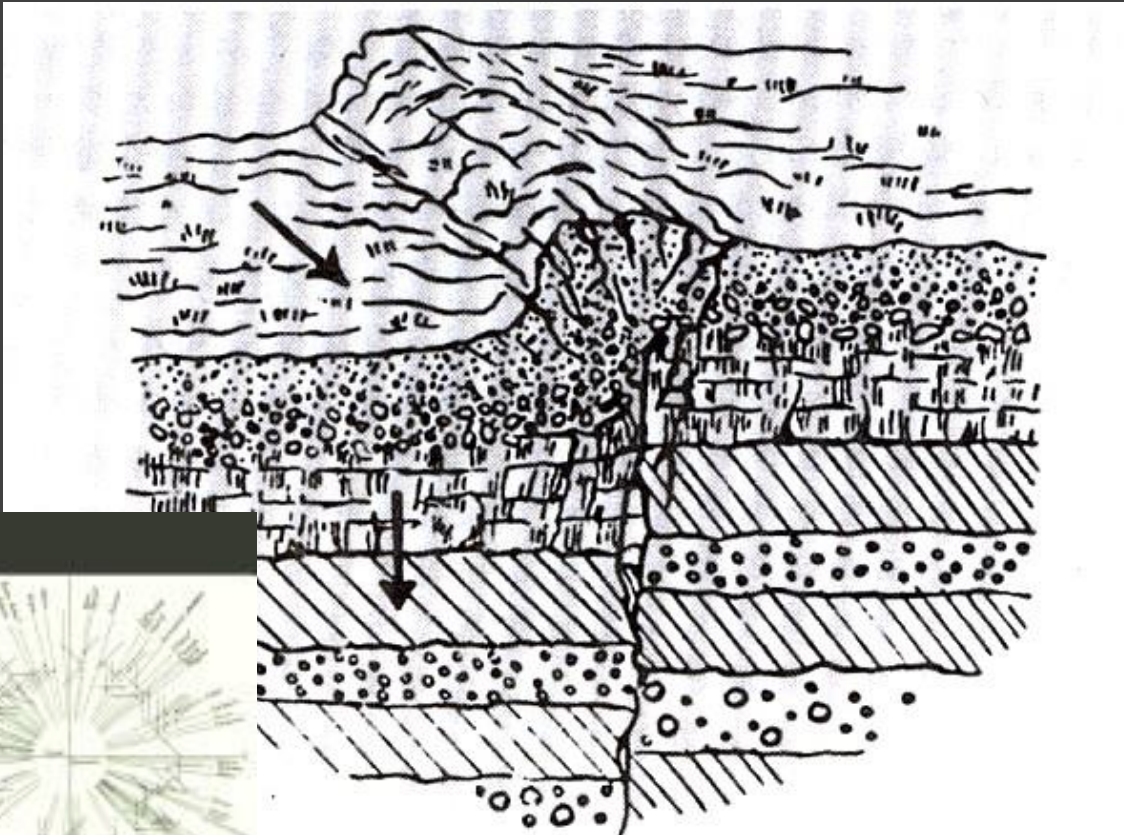
1891 Honsiu, Japonia , 7,5-8,0

1907



Earthquakes in Central America, in *Popular Science Monthly* Volume 28, April 1886

Ferdinand de Montessus de Ballore (1851-1923) był jednym z twórców naukowej sejsmologii obok Perreya, Mallet, Milne i Omori. Badał trzęsienia ziemi i wulkany w Ameryce Środkowej (1881-1885). Po powrocie do Francji stworzył najbardziej kompletny katalog trzęsień ziemi z blisko 160.000 wydarzeniami światowymi (1885-1907). Był współtwórcą i pierwszym szefem **Chilijskiej Służby Sejsmicznej** (1907-1923). Wiele z jego pomysłów wyprzedzało późniejsze odkrycia. Był wyjątkowo płodnym badaczem, wydał ponad 30 książek i sto artykułów naukowych.



La science séismologique
Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)

... L'Erzgebirge géologico-si...

Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)

Les océans sismiques

Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)

Loi générale de la répartition des régions sismiques ...

Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)

... La théorie sismico-cycl... du déluge par Suess

Ferdinand Montessus de Ballore (comte de)



12-stopniowa skala Mercallego-Sieberga EMS-98

Opis intensywności zjawiska

- I Odczuwalne tylko przez przyrządy.
- II Odczuwalne przez nieliczne osoby na wyższych piętrach budynków lub w szczególnie dogodnych sytuacjach.
- III Wyczuwalne wew. budynków. Kołysanie przedmiotów wiszących, drżenie jak od przejeżdżających samochodów.
- IV Drżenie jak od przejeżdżających ciężarówek. Dzwonienie talerzy i szklanek. Możliwe spękania przy ramach okiennych.
- V Wyczuwalne wew. budynków. Można określić kierunek drgań. Budzi śpiących. Ciecze falują, małe przedmioty przesuwiają się. Wahadła zmieniają sposób wahań lub zatrzymują się.
- VI Wyraźnie odczuwalne, ludzie przestraszeni. Spadają przedmioty zawieszane. Meble przesuwiają się. Możliwe pęknięcie tynku. Drżenie cienkich gałęzi drzew.

VII Zakłócenia równowagi. Wyczuwalne w jadących samochodach. Zawalenie słabych kominów, odpadanie tynku. Na stojącej wodzie pojawiają się fale i zmętnienie.

VIII Zakłóca prowadzenie pojazdów. Uszkodzenia ścian, zwłaszcza z cegły. Słabe budynki mogą ulec uszkodzeniu. Zniszczenie kominów, odpadanie fragmentów budynków. Złamanie gałęzi drzew.

IX Panika. słabe budynki murowane ulegają zniszczeniu, inne uszkodzeniu. Uszkodzenie rurociągów, zbiorników wodnych. Przesunięcia w miękkim gruncie, niewielkie szczeliny.

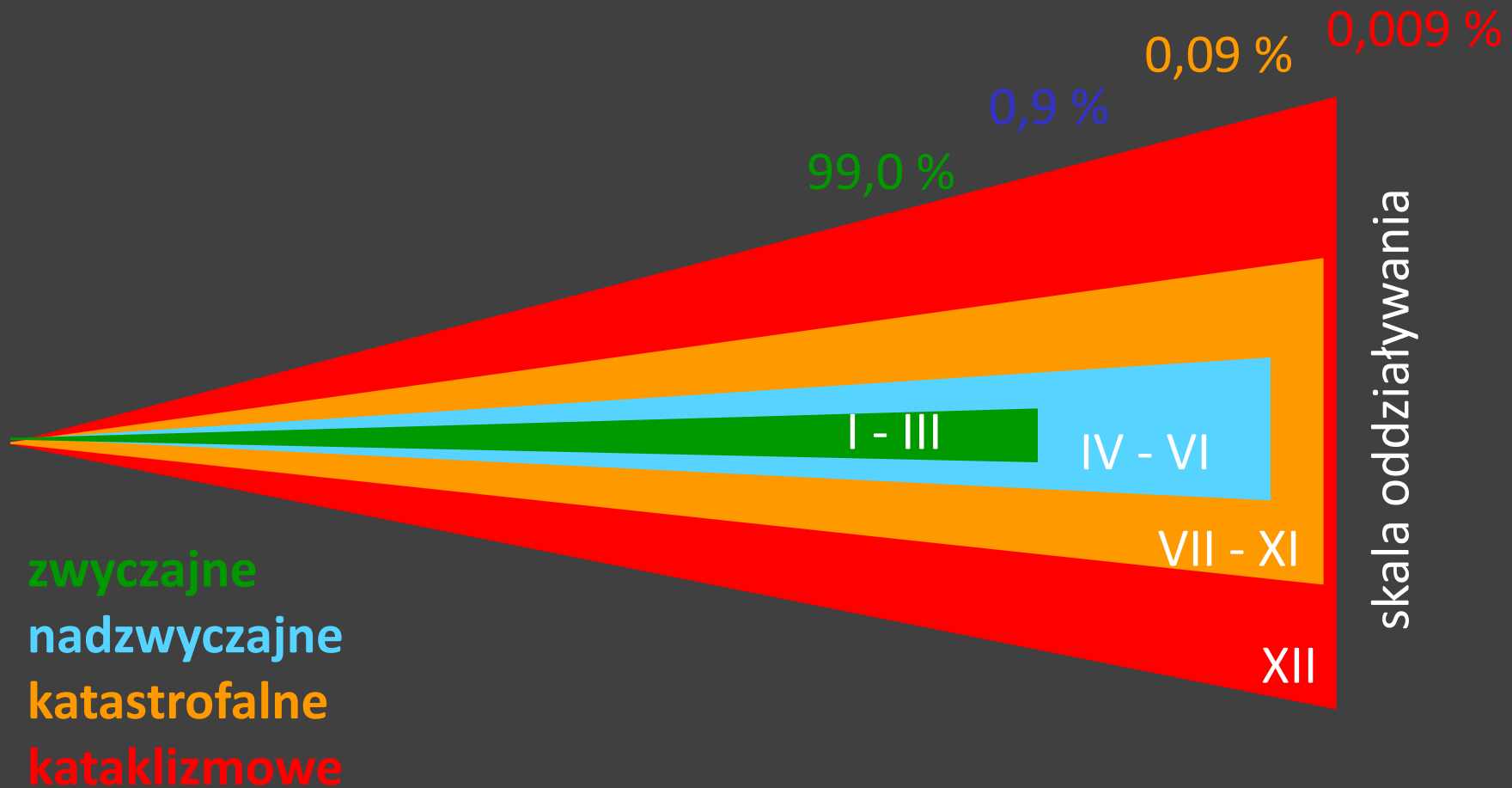
X Większość murowanych budowli -zniszczona, duża część drewnianych także, inne-uszkodzone. Uszkodzenie zapór wodnych, obsunięcia ziemi. Woda ze zbiorników wylewa się. Szyny kolejowe wyginają się.

XI Szyny kolejowe mocno pogięte. Instalacje podziemne zniszczone.

XII Całkowite zniszczenie. Przesunięcia dużych mas skalnych, przedmioty wyrzucane w powietrze, zaburzenia poczucia linii horyzontu.



Częstotliwość (prawdopodobieństwo) i kategoryzacja wydarzeń sejsmicznych zgodnie z 12-stopniową skalą Mercallego-Sieberga EMS-98





Zachowanie reologiczne osadów jeziornych w zależności od magnitudy trzęsienia ziemi

Pascua et al., 2001





1883

Pierwszy metodyczny opis trzęsienia ziemi na obszarze Polski

IV Drżenie jak od przejeżdżających ciężarówek. Dzwonienie talerzy i szklanek. Możliwe spękania przy ramach okiennych.

V Wyczuwalne wew. budynków. Można określić kierunek drgań. Budzi śpiących. Ciecze falują, małe przedmioty przesuwa się. Wahadła zmieniają sposób wahanie lub zatrzymują się.

VI Wyraźnie odczuwalne, ludzie przestraszeni. Spadają przedmioty zawieszane. Meble przesuwa się. Możliwe pęknięcie tynku. Drżenie cienkich gałęzi drzew.

VII Zakłócenia równowagi. Wyczuwalne w jadących samochodach. Zawalenie słabych kominów, odpadanie tynku. Na stojącej wodzie pojawiają się fale i zmętnienie.

Rzecz o trzęsieniu ziemi oraz opis trzęsienia ziemi w Galicyi wschodniej 1875 r.

napisał

Dr. Feliks Kreutz.

sku. Sejsmometr Caciators'go jest to naczynie płytkie rtęcią napełnione, które tuż pod brzegiem w równych odstępach ma 8 rurek na dół wygiętych.

Za każdym wzruszeniem sływa rtęć dwoma przeciwnymi rurekami, leżącymi w kierunku ruchu do podstawionych kubków. Z ilości rtęci, która do kubków spłynęła, można też wnosić o sile drgania. Sejsmometr Forbes'a jest długi, pionowo sto-



Sejsmometr Caciators'go.

1) W Kamionce strumiłowej i okolicy około godz. 5tej z południa usłyszano zrazu przy zupełnej pogodzie **silny huk** podziemny, poczem dało się czuć znaczne wstrząśnienie. To samo zjawisko obserwowano także w okolicy Radziechowa.

2) Z Kamionki strum. donoszą, że w Batiatyczach było tak silne trzęsienie ziemi, że idący właśnie przystanąć musieli, a z chałup powybiegali ludzie sądząc, że spłoszone konie z wozem przeleciały, gdyż podobny **turkot słyszano**.

3) Wiekie Mosty. We wtorek o godz. 4. min. 45 dało się czuć wyraźne trzęsienie ziemi. **Kilka kominów się zważyło** w urzędzie gminnym **obrazy ze ściany spadły**. Most drewniany i domy trzeszczały. Woda w rzece Rata wyrzucona była do góry na kilka stóp, a potem **spienioną była** do wieczora. Wszystko to trwało około pół minuty.



1883

Pierwszy metodyczny opis trzęsienia ziemi na obszarze Polski

IV Drżenie jak od przejeżdżających ciężarówek. Dzwonienie talerzy i szklanek. Możliwe spękania przy ramach okiennych.

V Wyczuwalne wew. budynków. Można określić kierunek drgań. Budzi śpiących. Ciecze falują, małe przedmioty przesuwa się. Wahadła zmieniają sposób wahanie lub zatrzymują się.

VI Wyraźnie odczuwalne, ludzie przestraszeni. Spadają przedmioty zawieszane. Meble przesuwa się. Możliwe pęknięcie tynku. Drżenie cienkich gałęzi drzew.

VII Zakłócenia równowagi. Wyczuwalne w jadących samochodach. Zawalenie słabych kominów, odpadanie tynku. Na stojącej wodzie pojawiają się fale i zmętnienie.

41) Z Zaleszczyk udzielił p. Edward Knauer następujących szczegółów o trzęsieniu ziemi, które w dniu 17. Sierpnia 1875 o godz. 4tej min. 50 po południu dało się czuć w kilku miejscowościach tamtejszego powiatu. „Budynek jednopiętrowy p. Dawida Wallacha, w którym umieszczone jest biuro Wydziału Rady powiatowej, raptownie zachwiał się trzechkrotnie tak silnie, że podłoga skrzypieć, okna brzęczyć poczęły, sufit w kilku miejscach popekał a wyprawa ściany od muru odstąpiła i zarysowała się. Trzęsienie to w całym okresie trwało do 10 sekund.

Linije prostopadłe, wyprowadzone ze środka linii łączących te 3 miasta (Lwów - Sokal, Sokal - Gliniany, Gliniany - Lwów), które za równocześnie trzęsieniem ziemi dotknięte uważamy, zetkną się 5—6 kilometrów na północ od Batiatycz i Kamionki Strumiłowej.

Miejsce, w którym się te prostopadłe przecinają, leży w środku wstrząśnienia, a pod niem ognisko trzęsienia ziemi, z którego się ruch udzielił tym obszarom. Jeżeli w Sokalu i Glinianach



Pojęcia podstawowe, definicje...

ORTOSEJSMITY:

brekcje autoklastyczne, zuskokowana laminacja
(warstwowanie)

PARASEJSMITY:

szczeliny i spękania, struktury konwekcyjne
(diapiry klastyczne, pogrąży, konwolucje,
kontorsje), struktury iniekcyjne „iniektyty”
(dajki klastyczne, wulkany klastyczne), koluwia
(debryty, turbidyty, osuwiska)



1969 1984



Seilacher, A., 1969. Fault-graded beds interpreted as **seismites**. *Sedimentology*, 13, 155-159.

Seilacher, A., 1984. Sedimentary structures tentatively attributed to **seismic events**, *Marine Geology*, 55, 1-12





2010



Brian Romans



(turbidyty) Perm, Basen Karoo, Południowa Afryka



2010



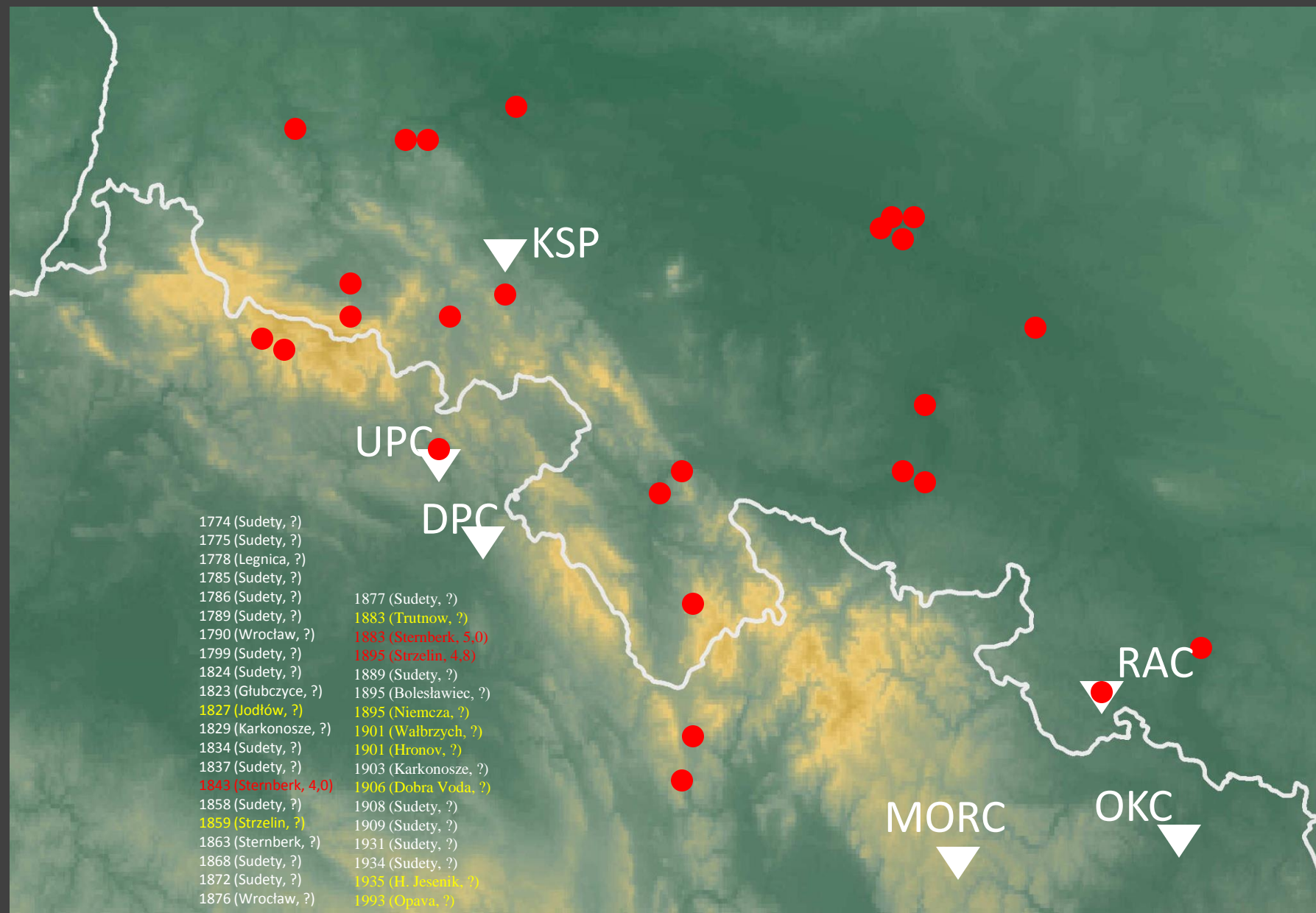
Brian Romans



turbidyty, perm, Basen Karoo, Południowa Afryka



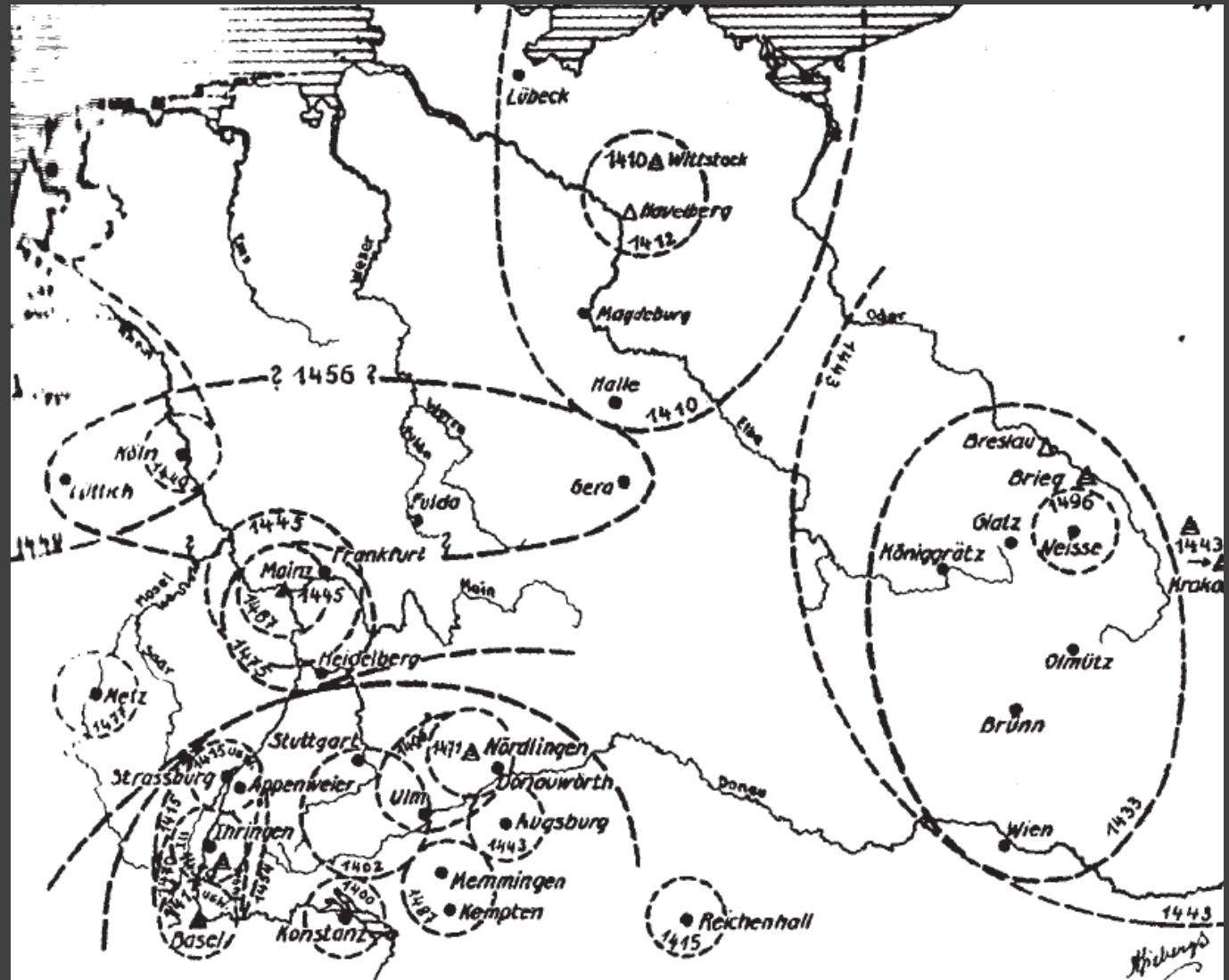
TRZĘSIENIA ZIEMI 998 – 1995, DOLNY ŚLĄSK, SUDETY



- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1774 (Sudety, ?) | 1877 (Sudety, ?) |
| 1775 (Sudety, ?) | 1883 (Trutnow, ?) |
| 1778 (Legnica, ?) | 1883 (Sternberk, 5.0) |
| 1785 (Sudety, ?) | 1895 (Strzelin, 4.8) |
| 1786 (Sudety, ?) | 1889 (Sudety, ?) |
| 1789 (Sudety, ?) | 1895 (Bolesławiec, ?) |
| 1790 (Wrocław, ?) | 1895 (Niemcza, ?) |
| 1799 (Sudety, ?) | 1901 (Walbrzych, ?) |
| 1824 (Sudety, ?) | 1901 (Hronov, ?) |
| 1823 (Głubczyce, ?) | 1903 (Karkonosze, ?) |
| 1827 (Jodłów, ?) | 1906 (Dobra Voda, ?) |
| 1829 (Karkonosze, ?) | 1908 (Sudety, ?) |
| 1834 (Sudety, ?) | 1909 (Sudety, ?) |
| 1837 (Sudety, ?) | 1931 (Sudety, ?) |
| 1843 (Sternberk, 4.0) | 1934 (Sudety, ?) |
| 1858 (Sudety, ?) | 1935 (H. Jeseník, ?) |
| 1859 (Strzelin, ?) | 1993 (Opava, ?) |
| 1863 (Sternberk, ?) | |
| 1868 (Sudety, ?) | |
| 1872 (Sudety, ?) | |
| 1876 (Wrocław, ?) | |



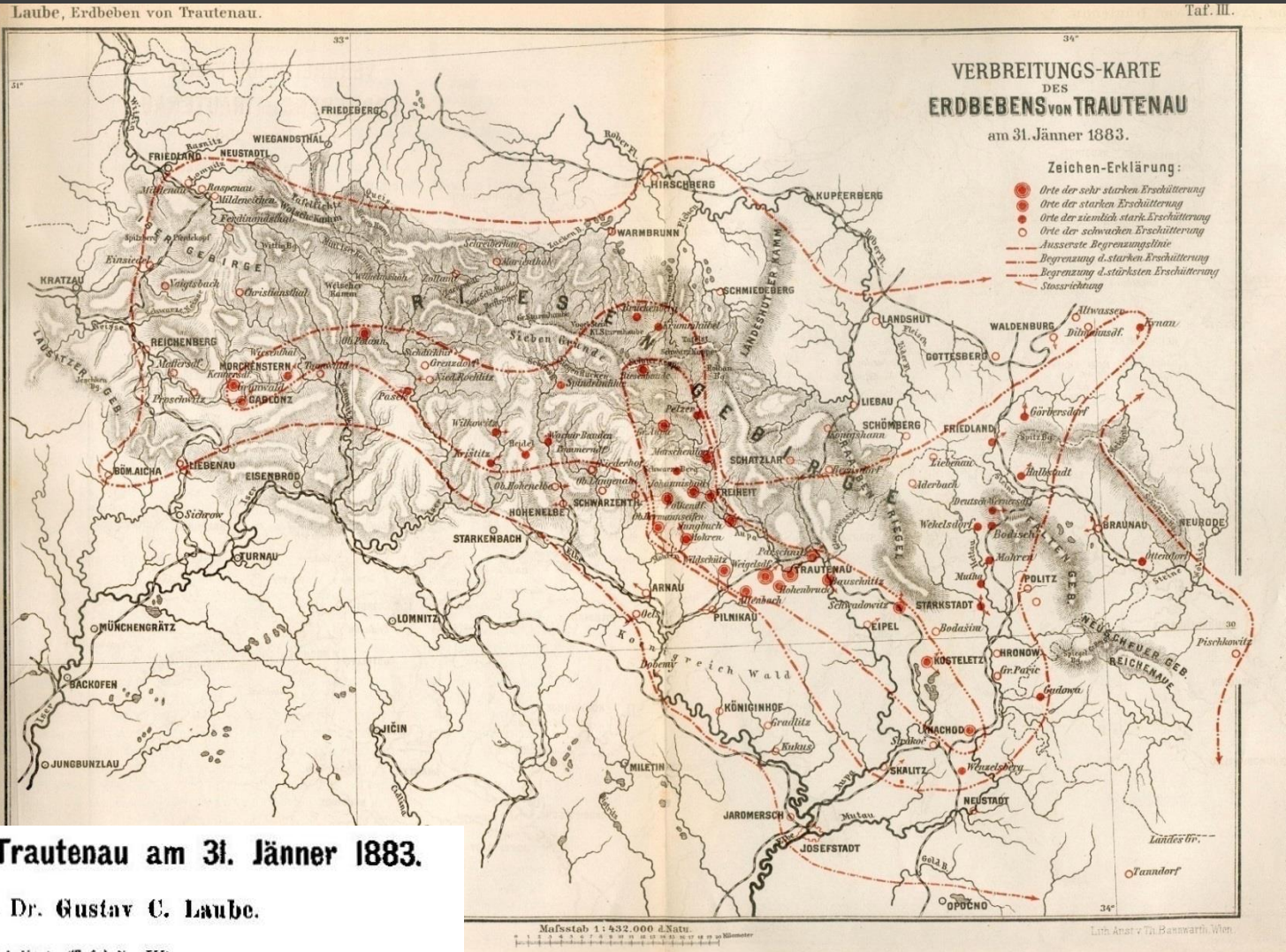
1940



Sieberg, A., (1940). Beiträge zum Erdbebenkatalog Deutschlands und angrenzender Gebiete für die Jahre 58 bis 1799, *Mitteilungen des Deutschen Reichs-Erdbebendienstes*, Vol. 2, 111 pp.



Odzworowania kartograficzne trzęsienia ziemi (Trutnov, 1883)



Das Erdbeben von Trautenau am 31. Jänner 1883.
 Von Prof. Dr. Gustav C. Laube.
 Mit 1 Karte (Tafel Nr. III).



Odzworowania kartograficzne trzęsienia ziemi (Śląsk, 1895)

Das
Schlesisch-sudetische Erdbeben
 vom 11. Juni 1895.

Bearbeitet von
Dr. E. Dathe,
 Königl. Landesgeologe.



Entworfen von E. Dathe.

Stärkegrade der Erschütterung an den Beobachtungsorten:

..... Schr. schwach und schwach. (3-4°) ----- Mittelstark. (5°)



W Sudetach zjawiska sejsmotektoniczne opisane zostały dla utworów:

dewonu (Wojewoda 1987; Porębski 1997 i inni)

karbonu (Teisseyre 1967; Mastalerz 1997 i inni)

permu (Aleksandrowski i inni, 1986, Wojewoda 2008 i inni)

triasu (Ulicny 2004, Wojewoda 2009)

kredy (Wojewoda 1986, 1987, 1997, 2008 i inni)

neogenu (Mastalerz & Wojewoda, 1991, 1993)

współczesne (Wojewoda, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009)



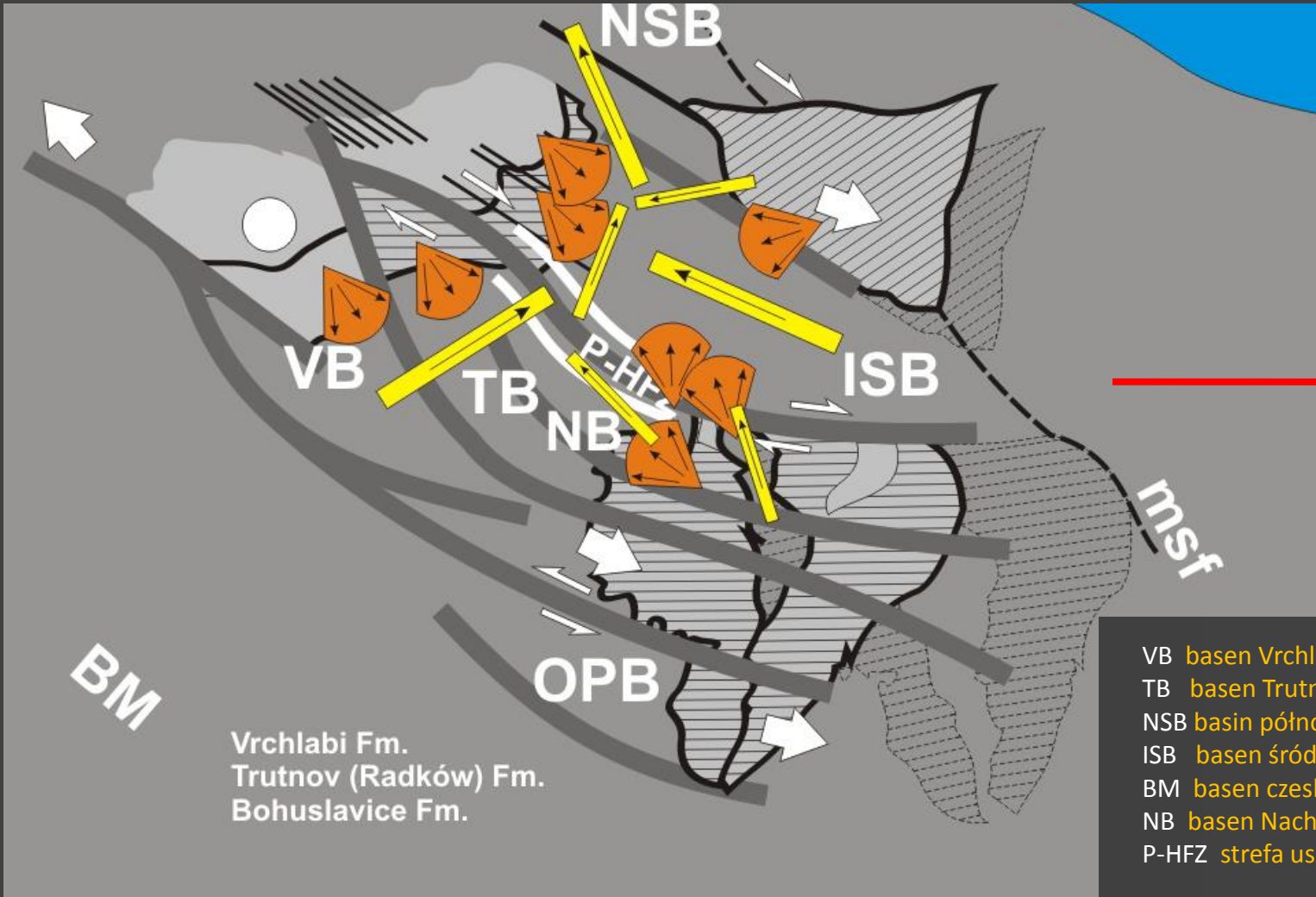
2009



zuskokowane warstwowanie trias, monoklina przedsudecka, Lubin



permo-trias



- VB basen Vrchlabi
- TB basen Trutnova
- NSB basen północnosudecki
- ISB basen śródsudecki
- BM basen czeski
- NB basen Nachodu
- P-HFZ strefa uskokuwa oříčí-Hronov





1995



fran-famen-turnej-wizen, Dzikowiec k/N. Rudy



1995

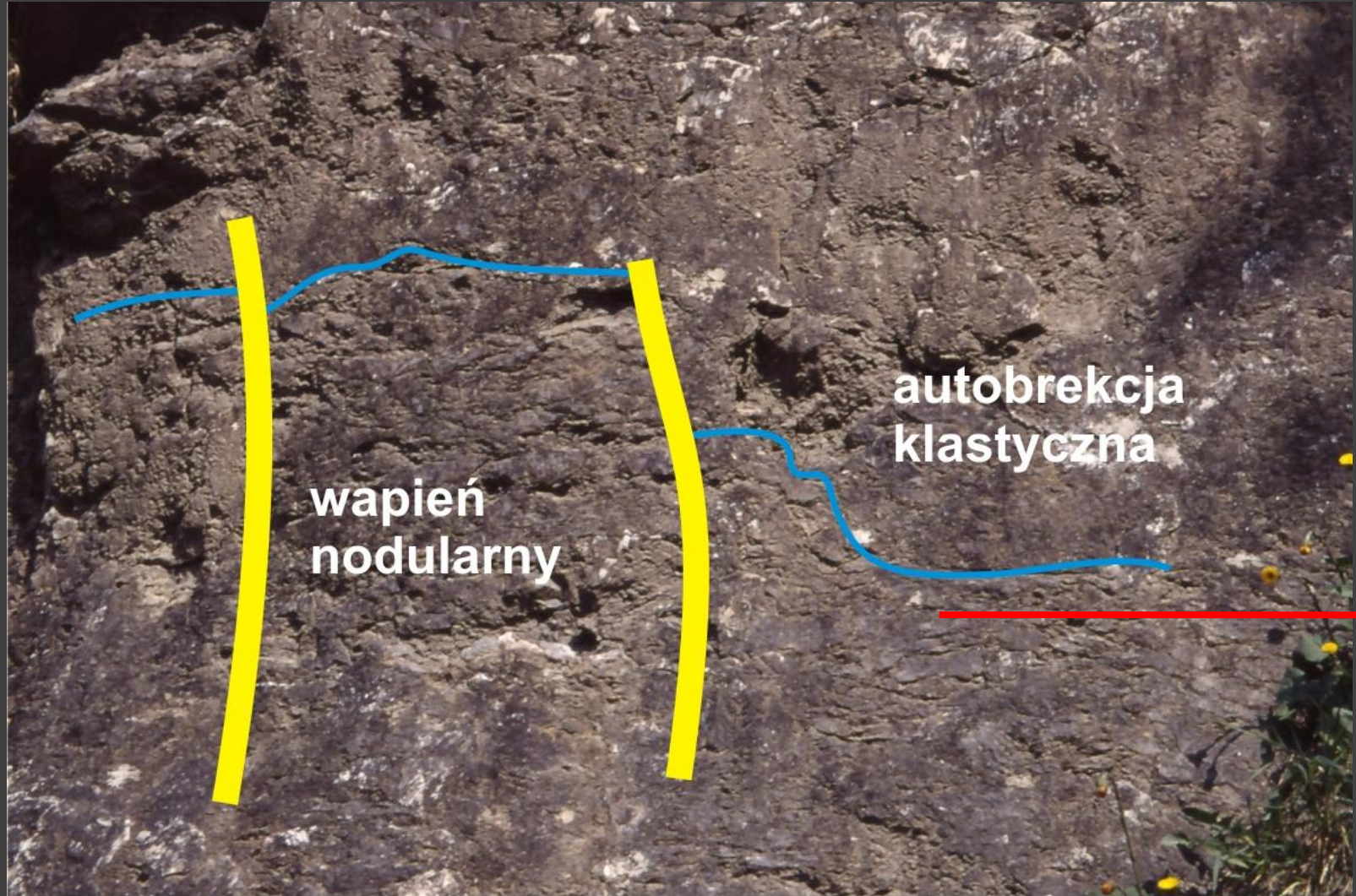


KENOZOICZNA	
CEOWNICE	PRZECIĄGNIĘTY
MEZOSOICZNA	
URALS	JURA
PALEOZOICZNA	
FRAN F	FRAN C
FRAN B	FRAN A
FRAN D	FRAN E
FRAN G	FRAN H
FRAN I	FRAN J
FRAN K	FRAN L
FRAN M	FRAN N
FRAN O	FRAN P
FRAN Q	FRAN R
FRAN S	FRAN T
FRAN U	FRAN V
FRAN W	FRAN X
FRAN Y	FRAN Z
FRAN AA	FRAN AB
FRAN AC	FRAN AD
FRAN AE	FRAN AF
FRAN AG	FRAN AH
FRAN AI	FRAN AJ
FRAN AK	FRAN AL
FRAN AM	FRAN AN
FRAN AO	FRAN AP
FRAN AQ	FRAN AR
FRAN AS	FRAN AT
FRAN AU	FRAN AV
FRAN AW	FRAN AX
FRAN AY	FRAN AZ
FRAN BA	FRAN BB
FRAN BC	FRAN BD
FRAN BE	FRAN BF
FRAN BG	FRAN BH
FRAN BI	FRAN BJ
FRAN BK	FRAN BL
FRAN BM	FRAN BN
FRAN BO	FRAN BP
FRAN BQ	FRAN BR
FRAN BS	FRAN BT
FRAN BU	FRAN BV
FRAN BU	FRAN BV
FRAN BU	FRAN BV
FRAN BU	FRAN BV
FRAN BU	FRAN BV

fran-famen-turnej-wizen, Dzikowiec k/N. Rudy



1995



wapień
nodularny

autobrekcja
klastyczna

KENOZOICZNA	CEOWNOŚĆ
	PRZEDCORNET T1
MEZOZOICZNA	WERSA C
	JAWA J
PALEOZOICZNA	TINAS T
	PEMA P
PALEOZOICZNA	HANSON C
	SEWON D
	STYLI S
	ORCOWKO
KAMBI C+	
PROTEROZOICZNA	
	PREKAMBI

fran-famen-turnej-wizen, Dzikowiec k/N. Rudy



1995

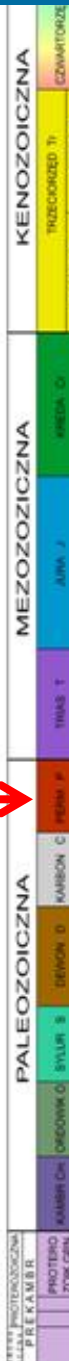
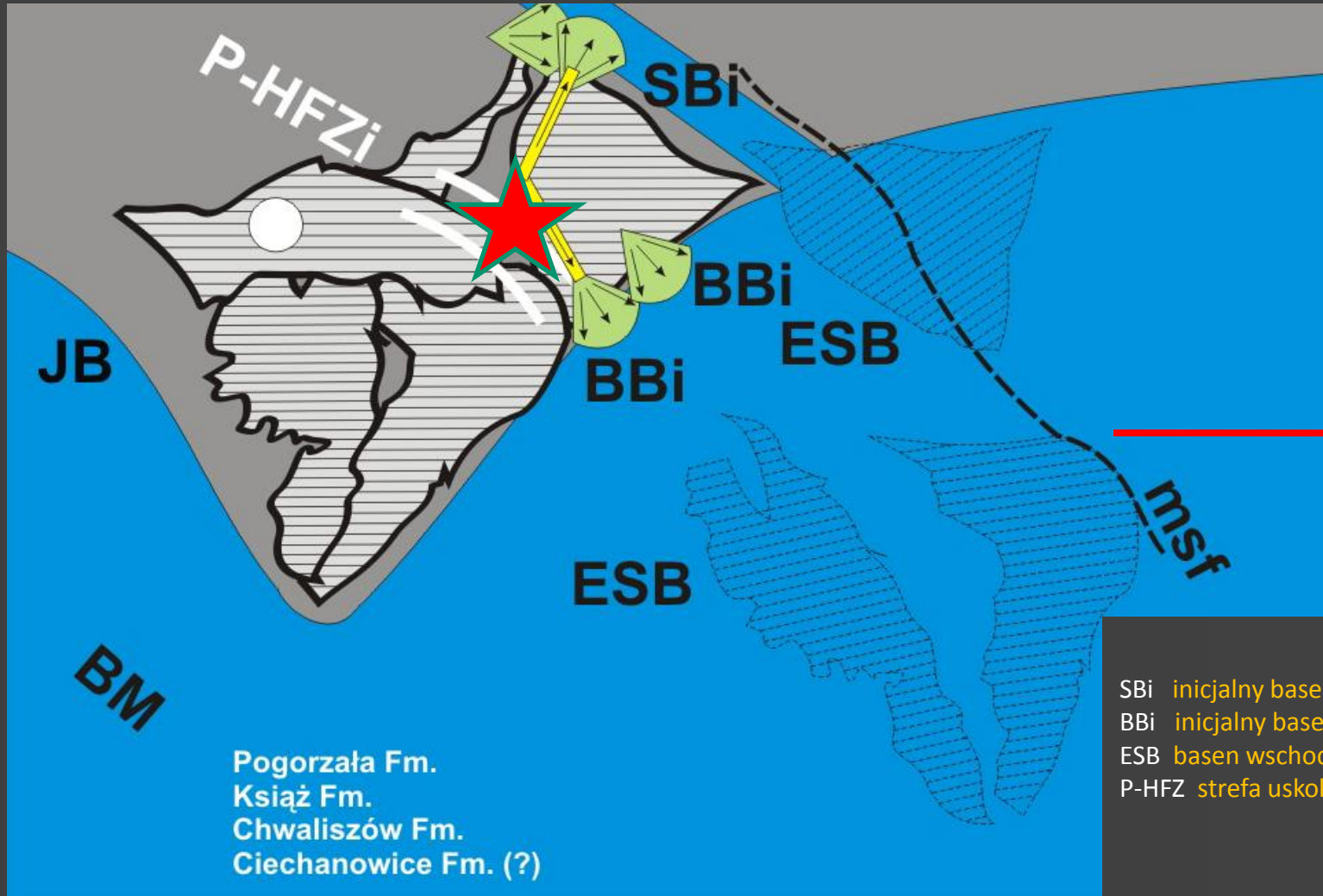


PRZEDKAMIEŃ	PERM	TRIAS	JURA	KREDA	PALEOCEN	EOCEN	OLIGOCEN	MIOCEN	PLIOCEN	KWARTOZJEN				
PROTEROZOJ	PALEOZOJ	MEZozoj	KENOZOJ											
PREKAMBER	KAMBER C+	KAMBER C	DEVON D	DEVON S	PERM F	TRIAS T	JURA J	KREDA K	PALEOCEN P	EOCEN E	OLIGOCEN O	MIOCEN M	PLIOCEN PL	KWARTOZJEN Q

fran-famen-turnej-wizen, Dzikowiec k/N. Rudy



fran-famen-turnej



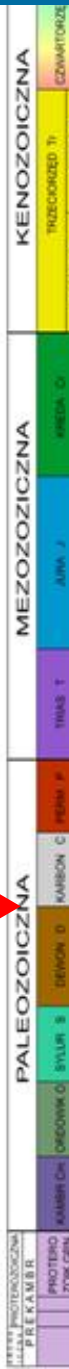
SBi inicjalny basen Świebodzic
 BBi inicjalny basen Barda
 ESB basen wschodniosudecki
 P-HFZ strefa uskokowa Poříčí-Hronov



1995

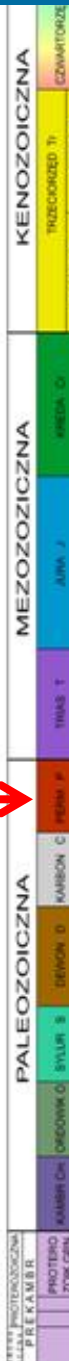
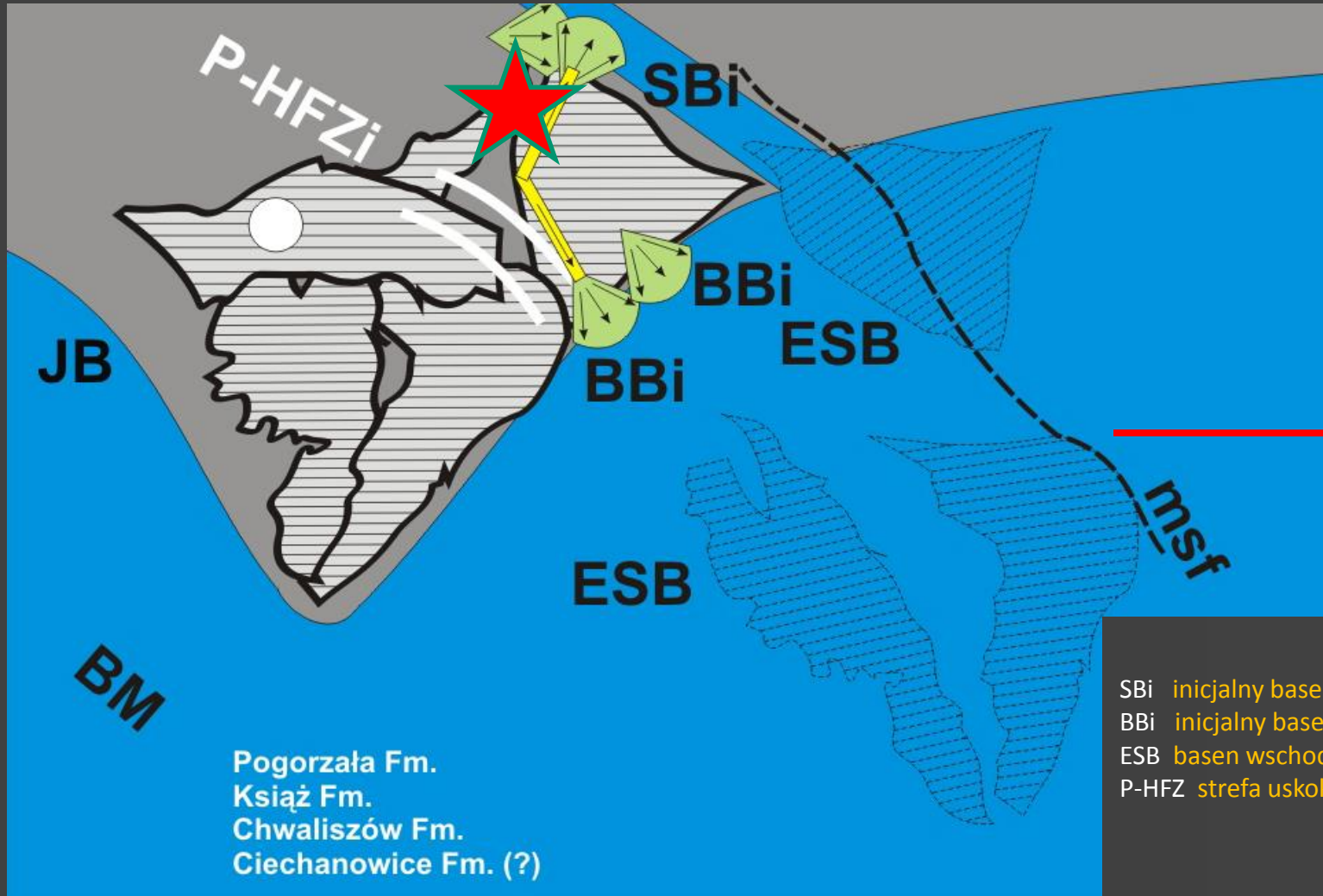


turnej-wizen, Pogorzała k/Świdnicy





fran-famen-turnej



SBi inicjalny basen Świebodzic
 BBi inicjalny basen Barda
 ESB basen wschodniosudecki
 P-HFZ strefa uskokuwa Poříčí-Hronov



2009



pseudonodula, trias, monoklina przedsudecka, Lubin



2009

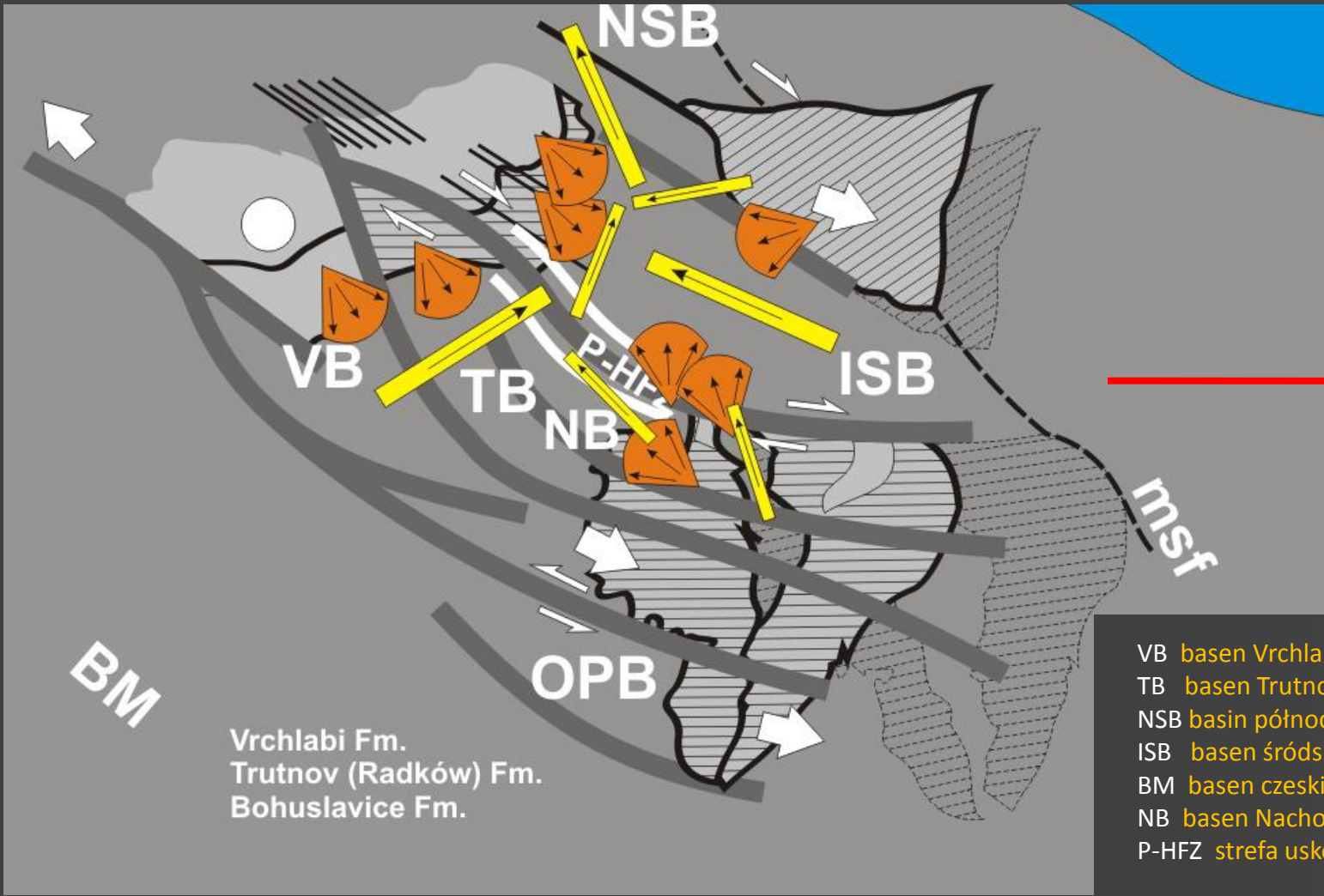


KENOZOICZNA	
PRZEDCORNIF. / PLEJSTOCEN Pk	COGNATFORZE
MEZOZOICZNA	
JURA J	WIEŚA G
TRIAS T	
PERM P	
PALEOZOICZNA	
DEVON D	KARBON C
SYLUR S	
OROWICKO	
KARBON C	
PROTEROZOICZNA	
PREKAMBRIUM	
PROTEROZOICZNA	

pseudonodule, trias, monoklina przedsudecka, Lubin



permo-trias



- VB basen Vrchlabi
- TB basen Trutnova
- NSB basen północnosudecki
- ISB basen śródsudecki
- BM basen czeski
- NB basen Nachodu
- P-HFZ strefa uskokuwa oříčí-Hronov





2009

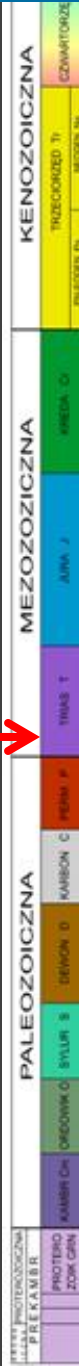


KENOZOICZNA	CEOWNIKÓW
	PRZEDKORDYŃ
	PLIOCEN P1
MEZOZOICZNA	WIEŚLA C
	JURA J
	TRIAS T
PALEOZOICZNA	PERMI P
	WARBON C
	DEVON D
	SYLUR S
	OROWIDŃ O
KAMBR C	PREKAMBR
	PROTEROZOJNE
	PROTEROZOJNE

dajka klastyczna, trias, monoklina przedsudecka, Lubin



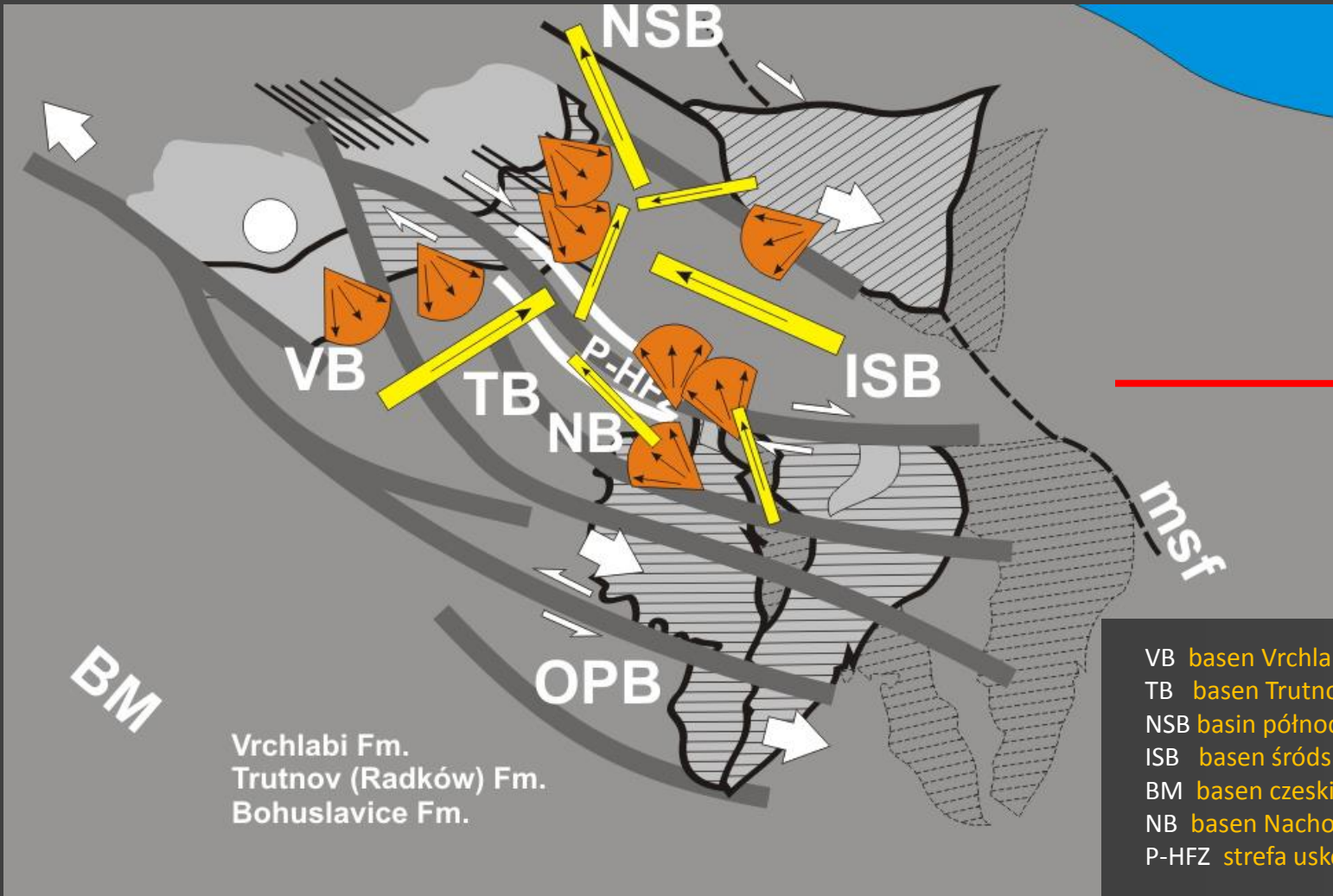
2009



Dajka klastyczna, trias, monoklina przedsudecka, Lubin



permo-trias



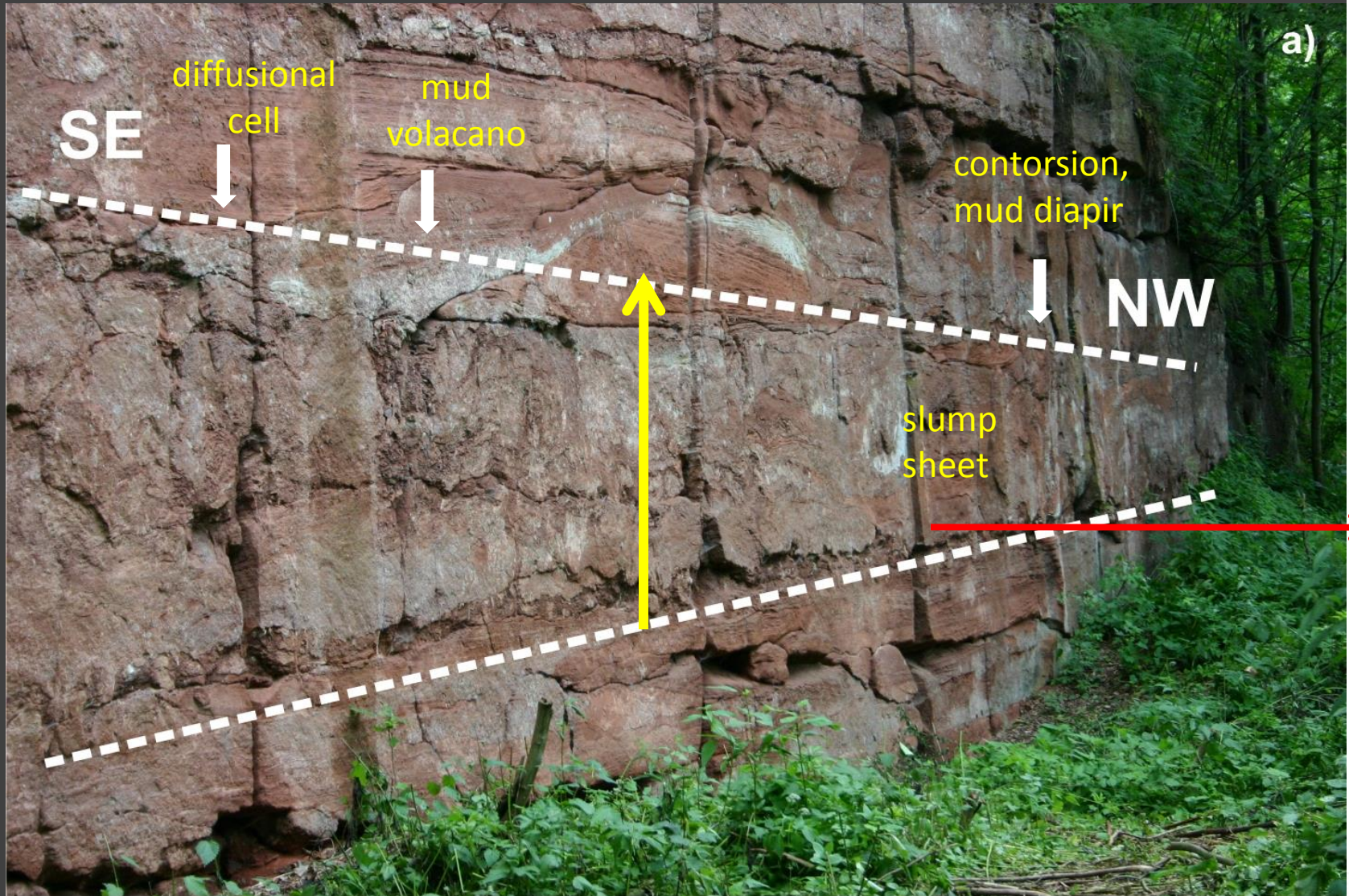
Vrchlabi Fm.
 Trutnov (Radków) Fm.
 Bohuslavice Fm.

- VB basen Vrchlabi
- TB basen Trutnova
- NSB basen północnosudecki
- ISB basen śródsudecki
- BM basen czeski
- NB basen Nachodu
- P-HFZ strefa uskokuwa oříčí-Hronov





1986

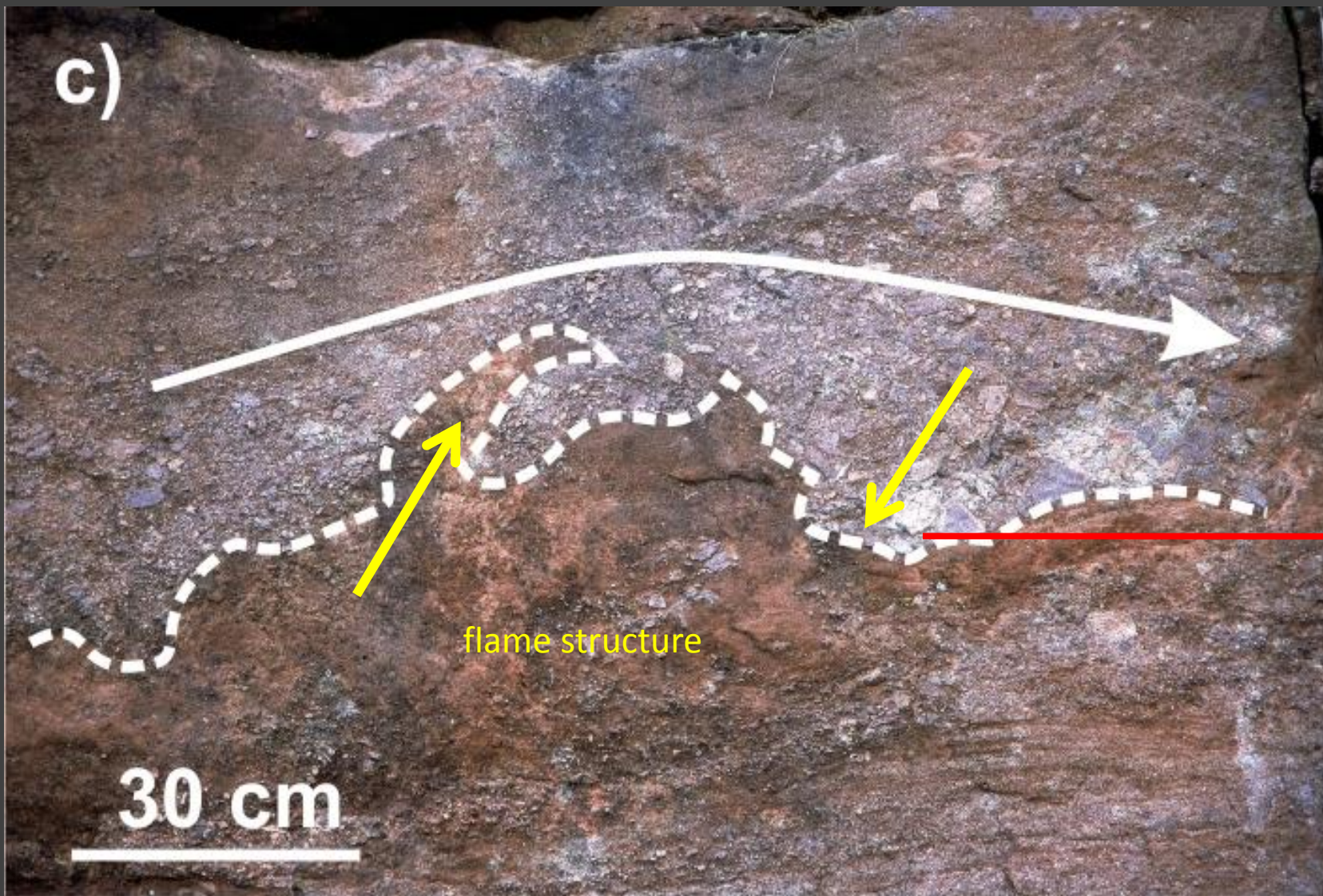


PRZEDKAMBER	PROTEROZOJNE	PALEOZOICZNA	MEZOZOICZNA	KENOZOICZNA
PERMIAN	TRIAS	JURA	KRETA	CELOGENE
TRIAS	TRIAS T	TRIAS P	TRIAS C	TRIAS N
TRIAS	TRIAS S	TRIAS O	TRIAS M	TRIAS K
TRIAS	TRIAS L	TRIAS I	TRIAS H	TRIAS G
TRIAS	TRIAS J	TRIAS F	TRIAS E	TRIAS D
TRIAS	TRIAS A	TRIAS B	TRIAS G	TRIAS C
TRIAS	TRIAS H	TRIAS I	TRIAS J	TRIAS K
TRIAS	TRIAS L	TRIAS M	TRIAS N	TRIAS O
TRIAS	TRIAS P	TRIAS Q	TRIAS R	TRIAS S
TRIAS	TRIAS T	TRIAS U	TRIAS V	TRIAS W
TRIAS	TRIAS X	TRIAS Y	TRIAS Z	TRIAS AA
TRIAS	TRIAS AB	TRIAS AC	TRIAS AD	TRIAS AE
TRIAS	TRIAS AF	TRIAS AG	TRIAS AH	TRIAS AI
TRIAS	TRIAS AJ	TRIAS AK	TRIAS AL	TRIAS AM
TRIAS	TRIAS AN	TRIAS AO	TRIAS AP	TRIAS AQ
TRIAS	TRIAS AR	TRIAS AS	TRIAS AT	TRIAS AU
TRIAS	TRIAS AV	TRIAS AW	TRIAS AX	TRIAS AY
TRIAS	TRIAS AZ	TRIAS BA	TRIAS BB	TRIAS BC
TRIAS	TRIAS BD	TRIAS BE	TRIAS BF	TRIAS BG
TRIAS	TRIAS BH	TRIAS BI	TRIAS BJ	TRIAS BK
TRIAS	TRIAS BL	TRIAS BM	TRIAS BN	TRIAS BO
TRIAS	TRIAS BP	TRIAS BQ	TRIAS BR	TRIAS BS
TRIAS	TRIAS BT	TRIAS BU	TRIAS BV	TRIAS BV

koluwium osuwiskowe, perm, niecka śródsudecka, Golińsk



1986

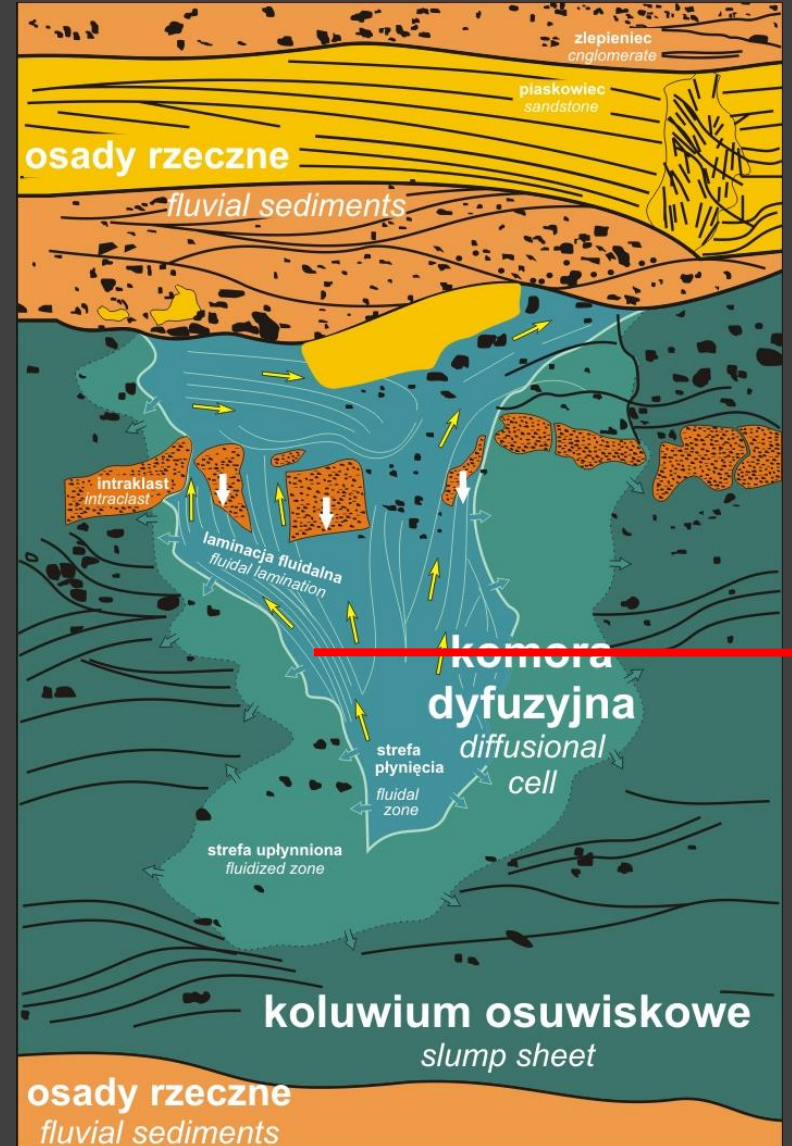


KENOZOICZNA	
CEOWNICE	CEOWNICE
PREZWOJENSKI	PREZWOJENSKI
MEZOZOICZNA	
JURA	JURA
TRIAS	TRIAS
PERM	PERM
PALEOZOICZNA	
KARBON	KARBON
DEVON	DEVON
SYLUR	SYLUR
OROWID	OROWID
KAMBRI	KAMBRI
PROTEROZOICZNA	
PREKAMBER	PREKAMBER
PROTEROZOICZNA	PROTEROZOICZNA

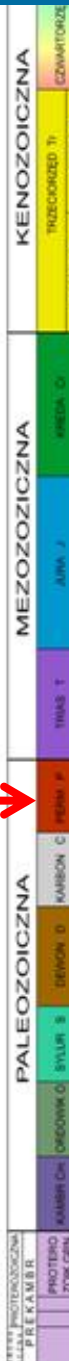
kontorsja, perm, niecka śródsudecka, Golińsk



1986

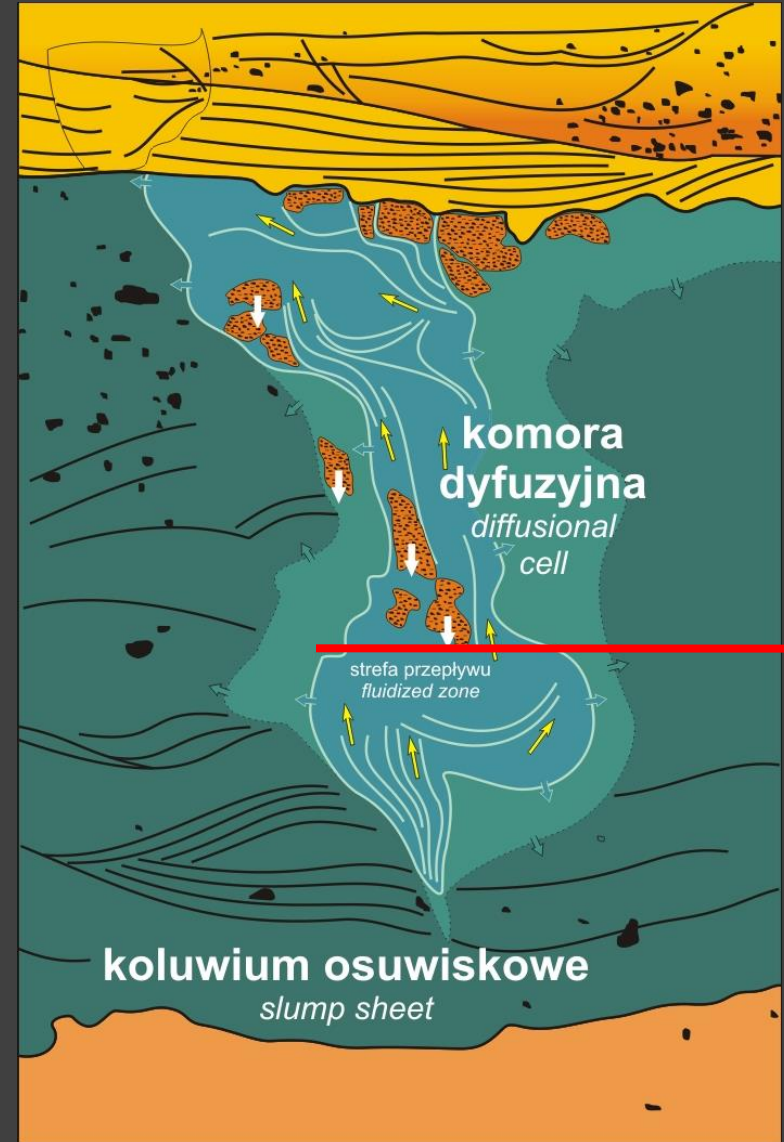


komora dyfuzyjna, perm, niecka śródsudecka, Golińsk





1986



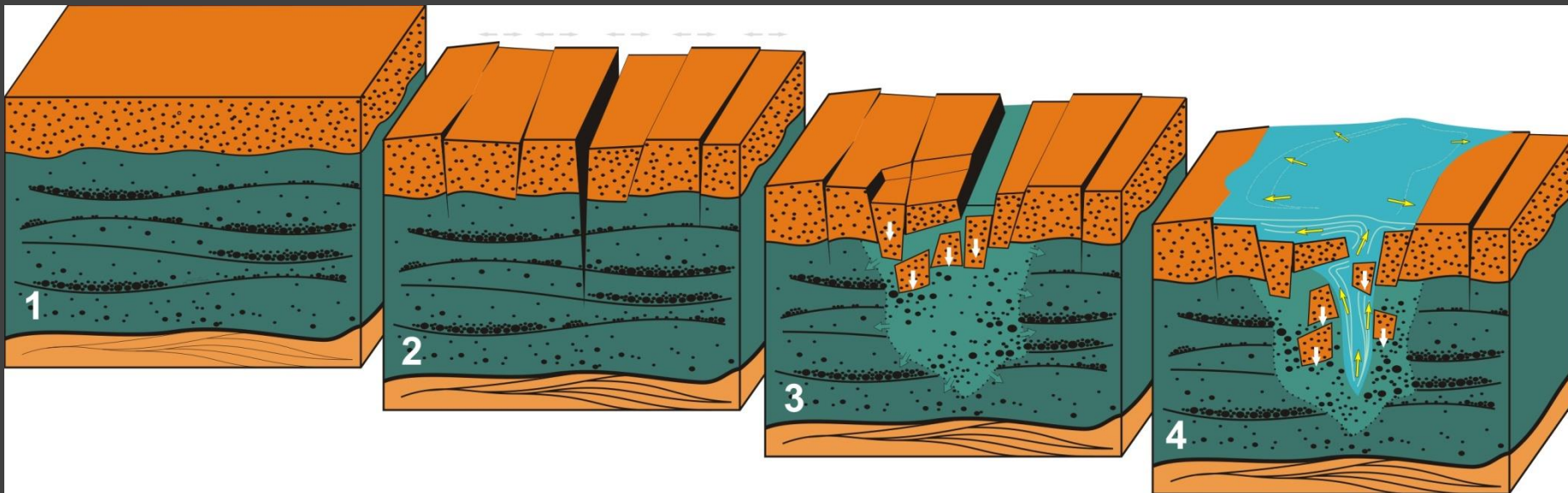
PROTEROZOICZNA	PERMIAN	TRIAS T	JURA J	KRETA C	CEMENTARNE
PALEOZOICZNA	PALEOZOICZNA	MEZOZOICZNA	MEZOZOICZNA	MEZOZOICZNA	KENOZOICZNA
PROTEROZOICZNA	PERMIAN	TRIAS T	JURA J	KRETA C	CEMENTARNE
PALEOZOICZNA	PALEOZOICZNA	MEZOZOICZNA	MEZOZOICZNA	MEZOZOICZNA	KENOZOICZNA

komora dyfuzyjna, perm, niecka śródsudecka, Golińsk



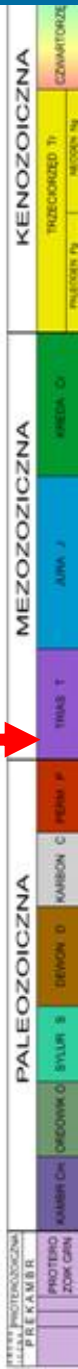
Schemat pokazujący powstanie komór dyfuzyjnych

(Wojewoda & Wojewoda 1986, Wojewoda 2008)





2006



trias, pstry piaskowiec, basen Trutnowa, Devět Křížů k/Hronova

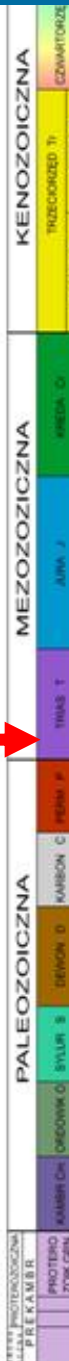


2006



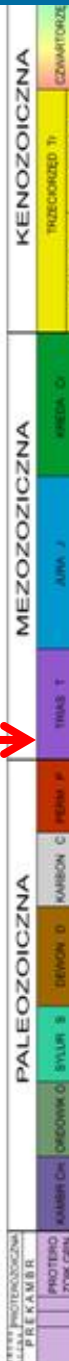
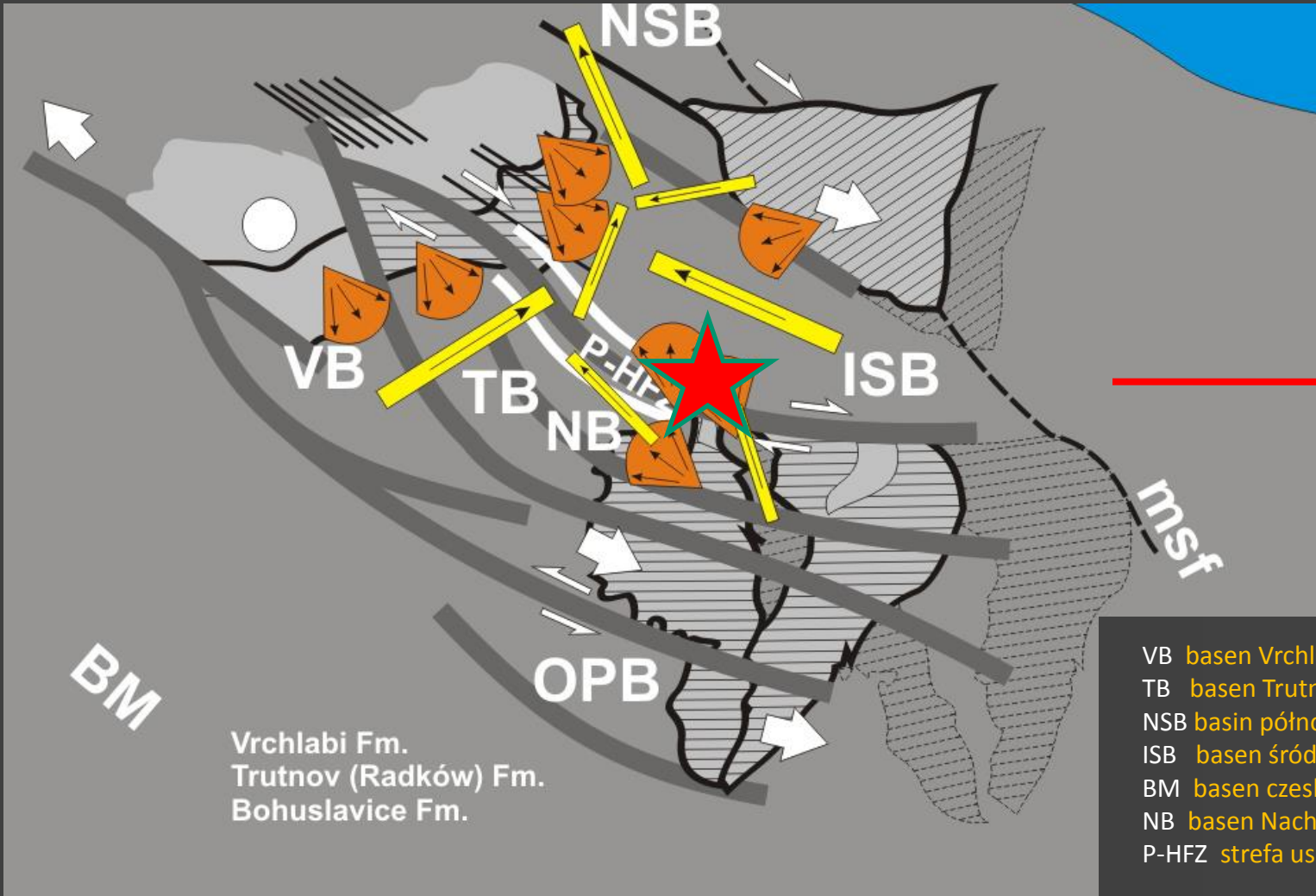
wulkany piaszczyste

wulkany piaszczyste, trias, pstry piaskowiec, basen Trutnova, Devět Křížů k/Hronova





permo-trias





2006



Powierzchnie ścinania i struktury uciezkowe gazu, kreda, koniak, Wisząca Skała, Góry Stołowe



kreda



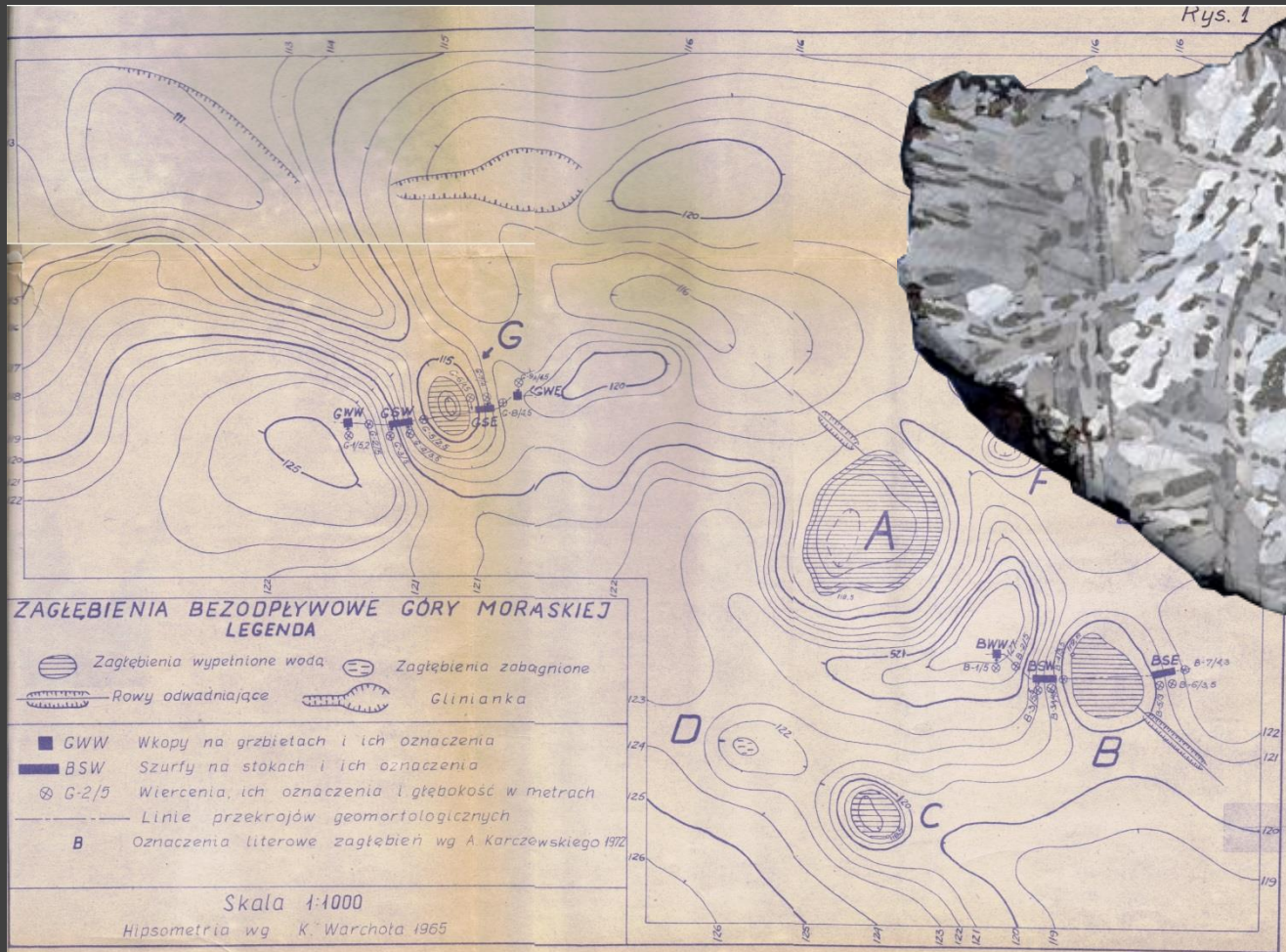
PROTEROZOJUM PREKAMBRYJUM	PROTEROZOJUM ZDOLICZAN	PROTEROZOJUM KAMBER	KAMBER Cz	OROWICZ Cz	SYLUR S	DEVON D	KARBON C	PERM P	TRIAS T	JURA J	CRETACEJUM Cz	PALEOZOJUM Cz	MEZozoJUM Cz	PROTEROZOJUM Cz	KENOZOJUM Cz
------------------------------	---------------------------	------------------------	--------------	---------------	------------	------------	-------------	-----------	------------	-----------	------------------	------------------	-----------------	--------------------	-----------------



CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

METODY GEODYNAMICZNE

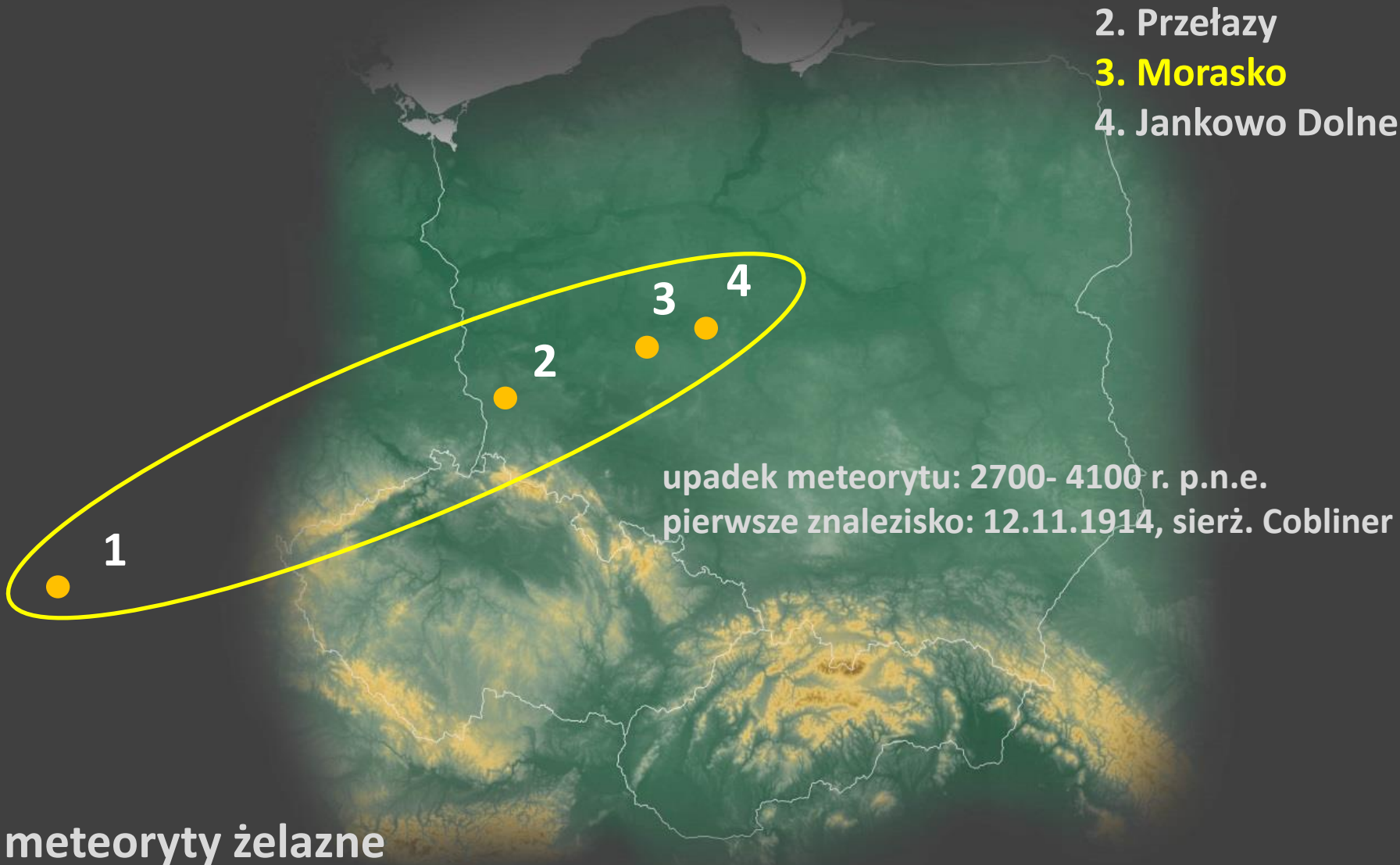
Impaktyty, ślady upadków i zniszczeń od 0.002 s





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

1. Tabarz (Niemcy)
2. Przełazy
- 3. Morasko**
4. Jankowo Dolne





CZAS GEOLOGICZNY, ZJAWISKO, PROCES, ZDARZENIE

ROZDZIELCZOŚĆ

izotopowe metody pomiaru czasu **od 100 000 lat**

biostratygraficzne metody pomiaru czasu **od 30 000 lat**

rytmity, warwochronologia, dendrochronologia **1 rok**

„cyklity”, osady powodziowe, sztormity **od 0.2 roku**

„rytmity”, osady pływowe **12 h**

ślady zagrzebywania w osadzie **od 10 min**

ślady ucieczki z osadu **od 2 min**

sejsmity, ślady zniszczeń związanych z trzęsieniami ziemi **od 15 s**

impaktyty, ślady upadków i zniszczeń **od 0.002 s**



Dziękuję za uwagę!



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

STRATYGRAFIA WYDARZENIOWA: DEFINICJA

STRATYGRAFIA WYDARZENIOWA (*ang. event stratigraphy*)

Jest to badanie zapisu **zaszłych procesów (zdarzeń)** o czasie trwania od sekund do tysięcy lat, które w porównaniu do tzw. **procesów geologicznych** (w domyśle **długotrwałych**) nazywamy procesami **krótco trwającymi**.

Mogą to być zjawiska **sedymencyjne, geochemiczne, paleontologiczne** lub **geofizyczne** o zasięgu lokalnym, regionalnym lub globalnym.

Jurand Wojewoda w nawiązaniu do:

**1. INQUA Commission on Stratigraphy and Chronology
(INQUA-SACCOM)**

2. Gerhard Einsele (1999)



WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

6

Event Stratigraphy: Recognition and Interpretation of Sedimentary Event Horizons

Gerhard Einsele

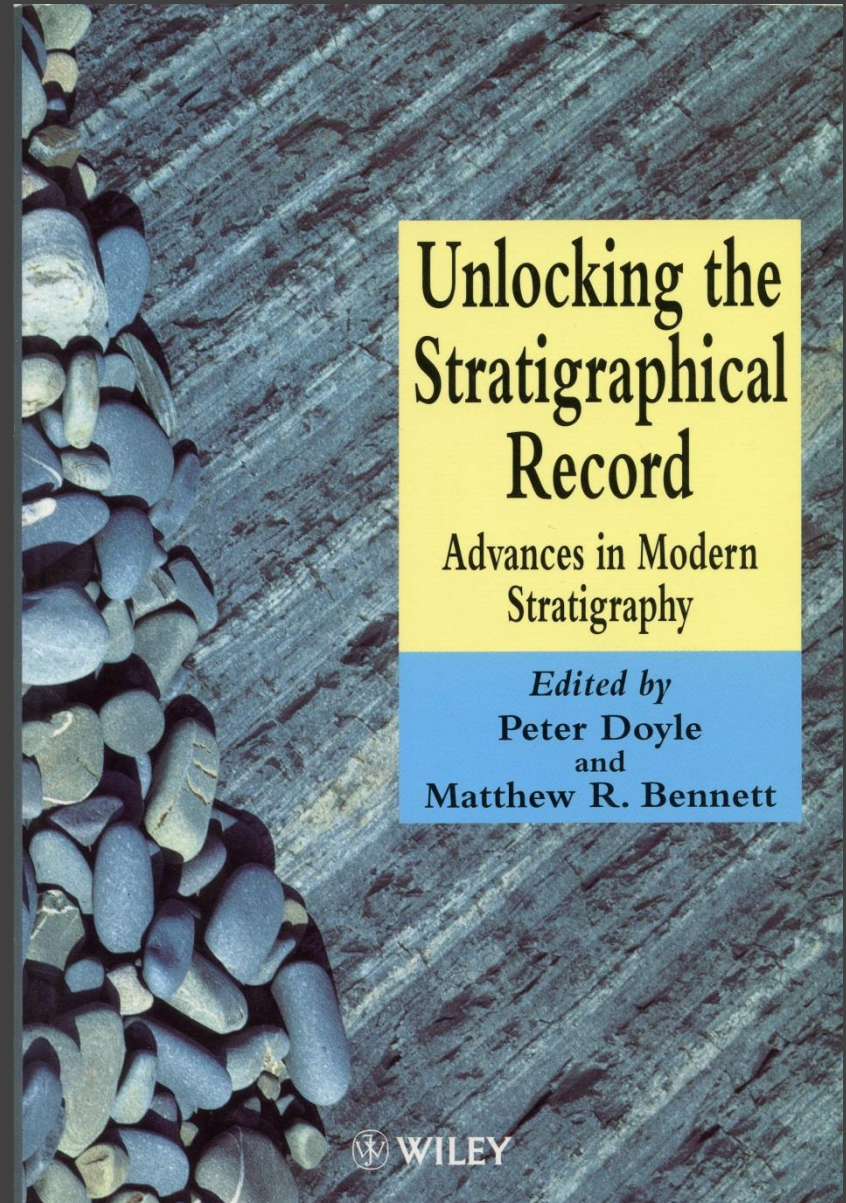
The correlation of sedimentary sequences via marker beds or event horizons is the subject of event stratigraphy. It uses the idea that isochronous events are recorded in the stratigraphical record and can be used to correlate both within and sometimes between depositional basins. In this chapter a range of events are explored and the sedimentological criteria by which they can be recognized are reviewed.

In geology and palaeontology the term 'event' is often used in different senses. For example, events have been postulated in the evolution and extinction of life, and as a result of volcanic activity, climate change and palaeogeography. Some of these events may last as long as several millions of years and as a consequence cannot be used as isochronous events in stratigraphy. This chapter, however, defines events as shorter, mainly physically controlled, incidents which vary in both character and duration. The most relevant of these to stratigraphy are depositional, non-depositional and erosional events. However, there are a number of episodes in which the faunal response to physical processes is important, and therefore many physical event beds can be defined by both sedimentological and faunal criteria. In this chapter, four following main types of physical event horizons are distinguished and discussed.

1. *Depositional events.* Depositional events occur practically instantaneously, that is within hours and days. They usually represent rare intervals of rapid deposition

Unlocking the Stratigraphical Record: Advances in Modern Stratigraphy. Edited by P. Doyle and M.R. Bennett.
© 1998 John Wiley & Sons Ltd.

1. Gerhard Einsele (1999)





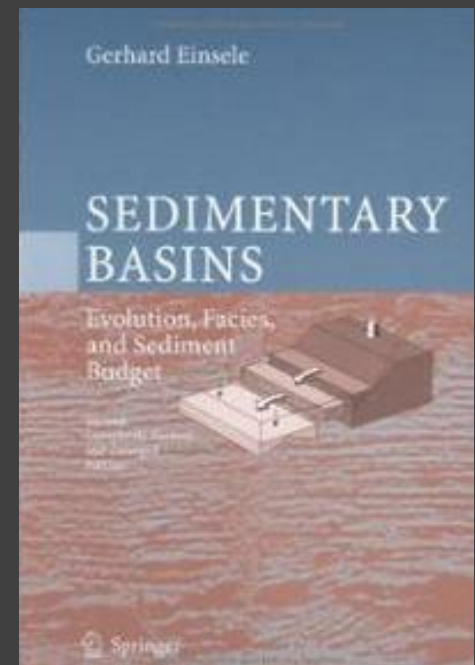
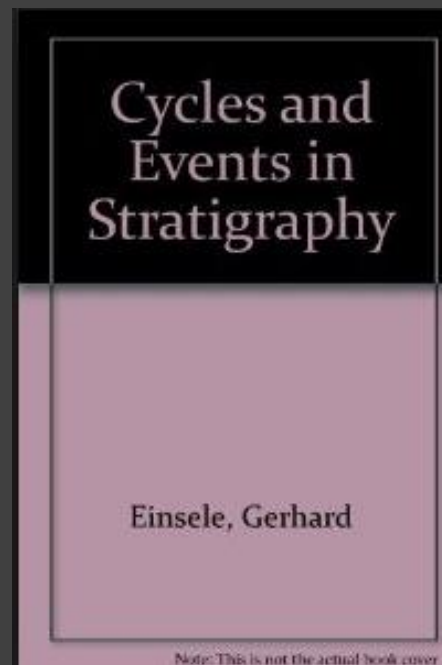
WPROWADZENIE

wielkości fizyczne, czas geologiczny, zjawisko, proces, zdarzenie

- *Cyclic and event stratification*, Springer Verlag 1982 (wspólnie z A. Seilacher)
- *Sedimentary basins*, Springer Verlag 1992



(1925-2010)



1. Gerhard Einsele (1999)