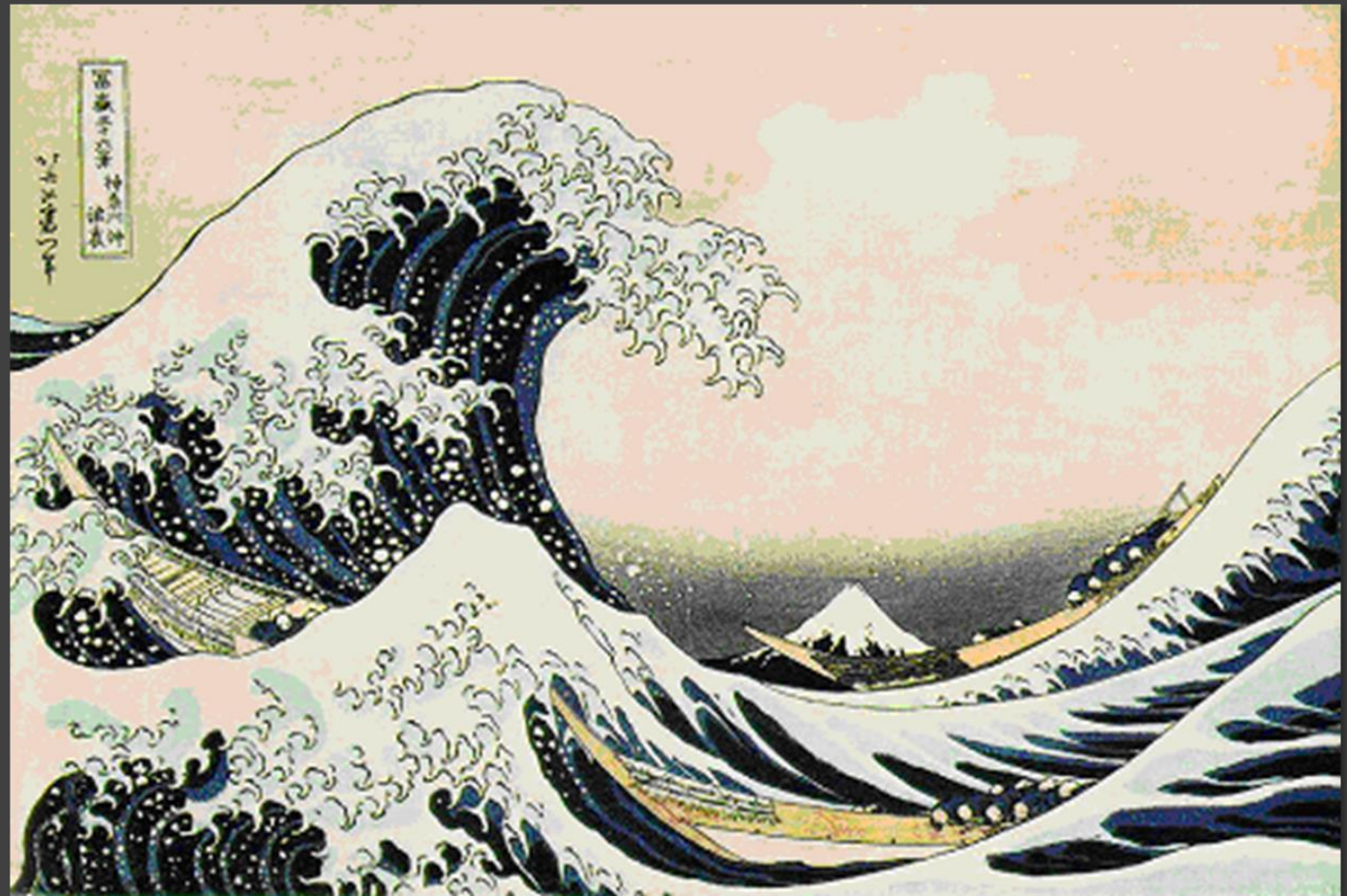


GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM

Fale tsunami



Jurand
Wojewoda



tsun – port
ami – fala

GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM

Fala tsunami, 13.03.2011, 19.00, Pacyfik, Ocean indyjski



Jurand
Wojewoda



tsun – port
ami – fala

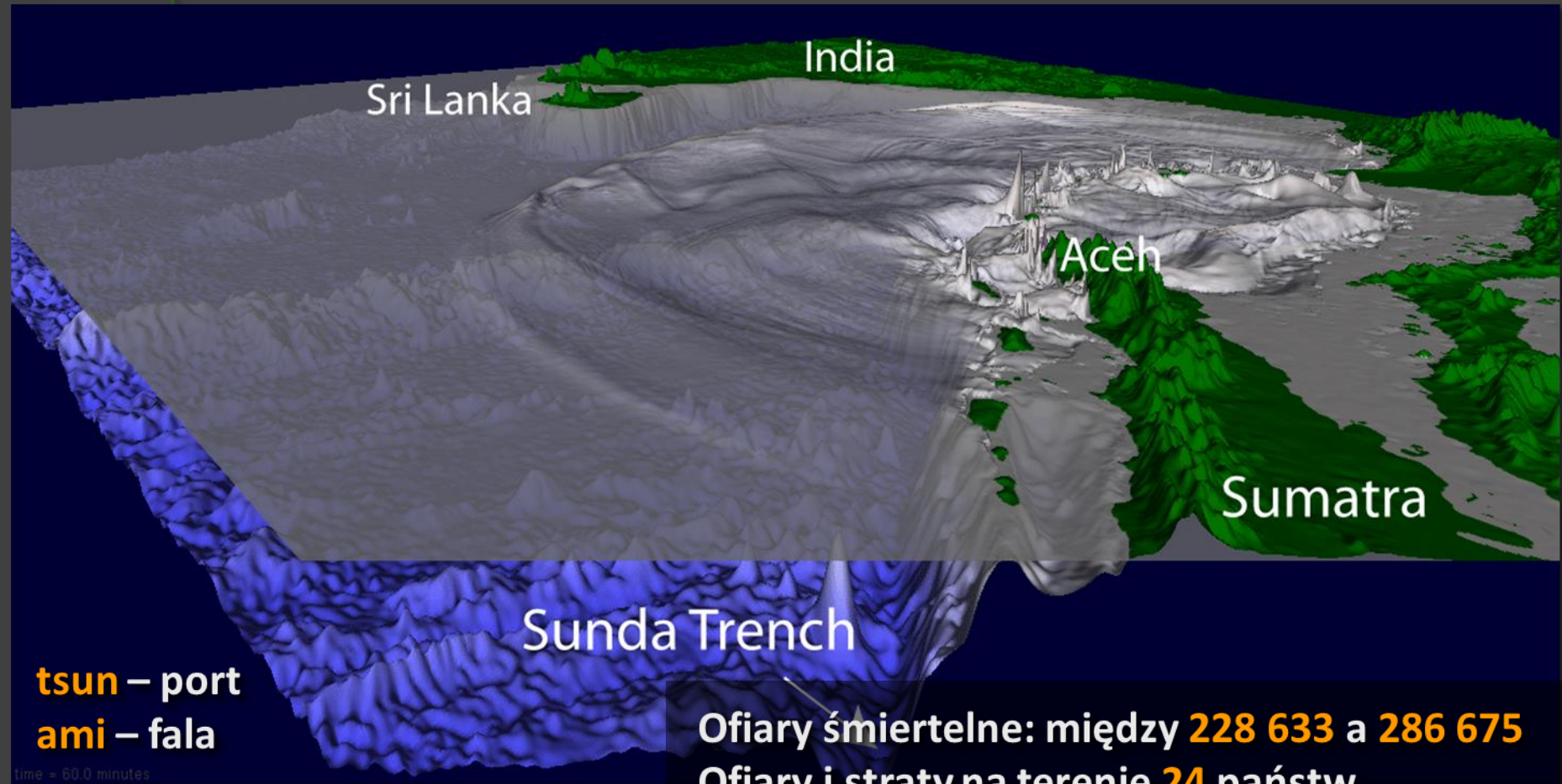
Ofiary śmiertelne: między **228 633** a **286 675**
Ofiary i straty na terenie **24** państw
Ucierpieli obywatele **51** państw

GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM

Tsunami – gdzie jak i dlaczego?



Jurand
Wojewoda



Ofiary śmiertelne: między **228 633** a **286 675**
Ofiary i straty na terenie **24** państw
Ucierpieli obywatele **51** państw

GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

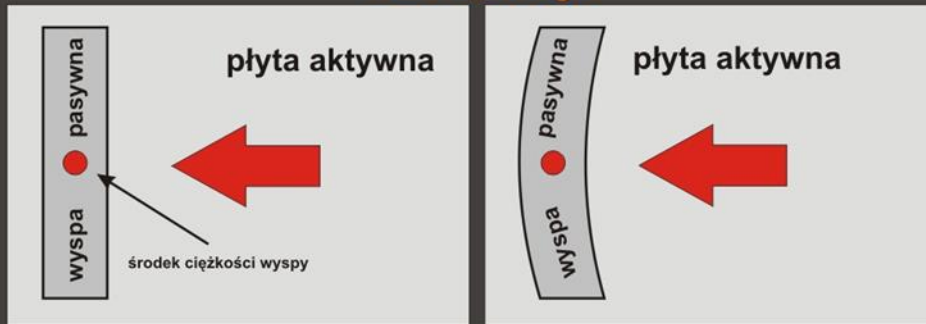
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA

TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM

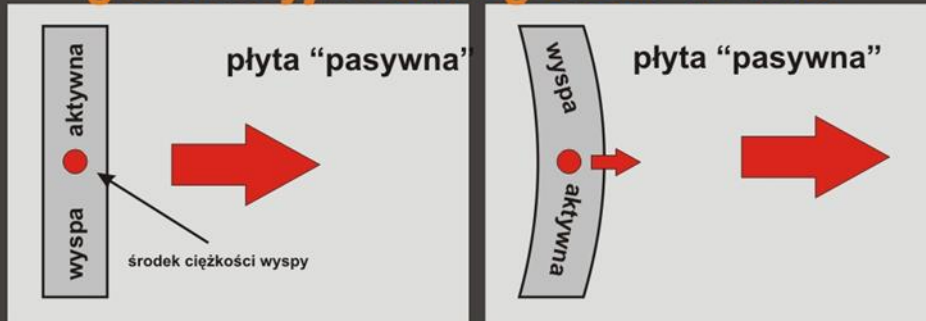
Fala tsunami, 13.03.2011, 19.00

Jurand
Wojewoda

subdukcja



grawitacyjna tektogeneza wtórna



tektonika płyt (?)

teoria ekspansji (!)

„Pomiary sejsmologów japońskich wskazują, że w trakcie trzęsienia ziemi 11.03.2011 wyspa Honsiu przesunęła się ok. 3,5 m w kierunku Ameryki...”

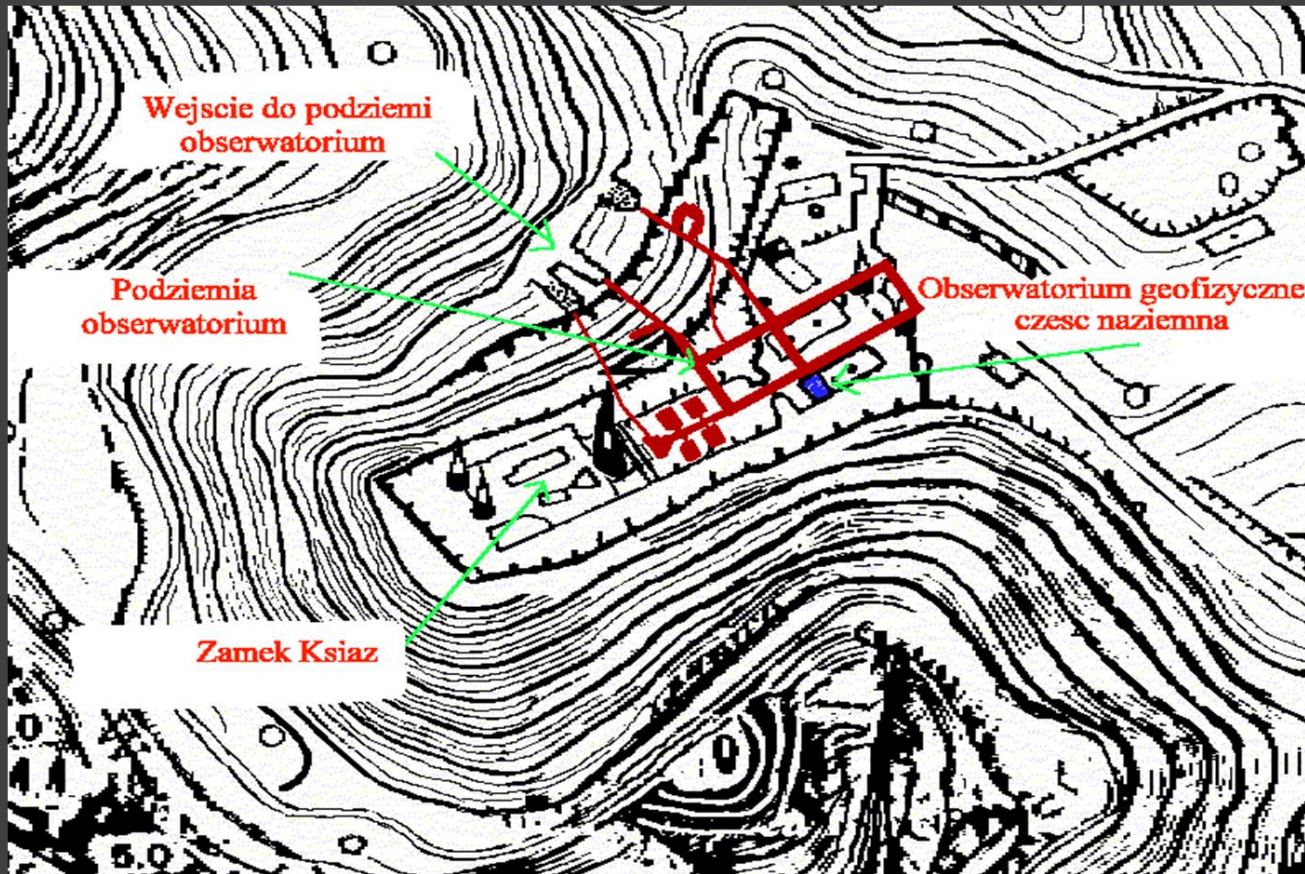
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM

Trzęsienie Ziemi, 13.03.2011, 19.00

Laboratorium Geodynamiczne, CBK PAN



Jurand
Wojewoda



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

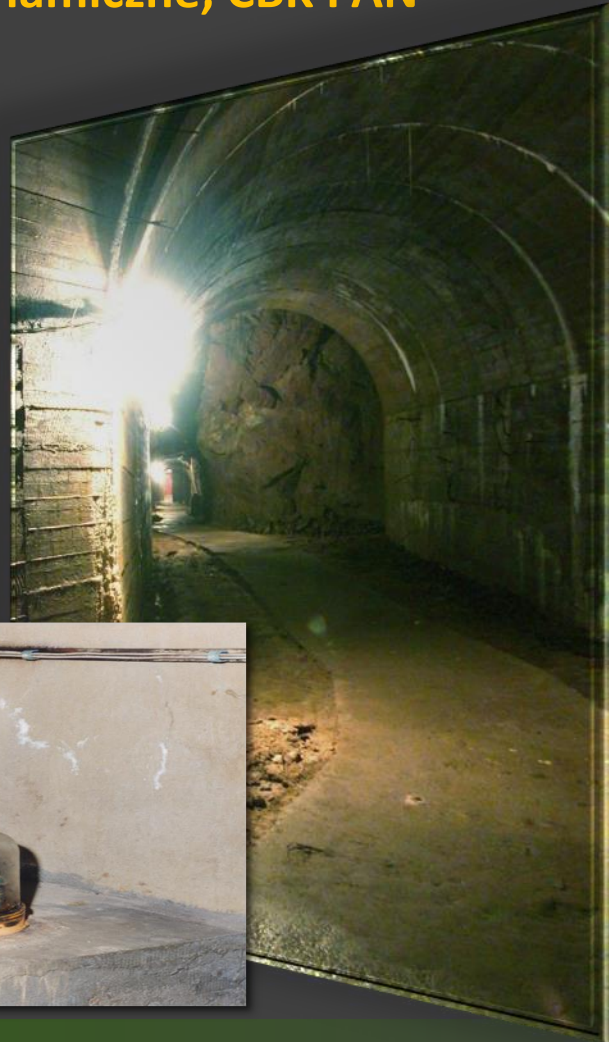
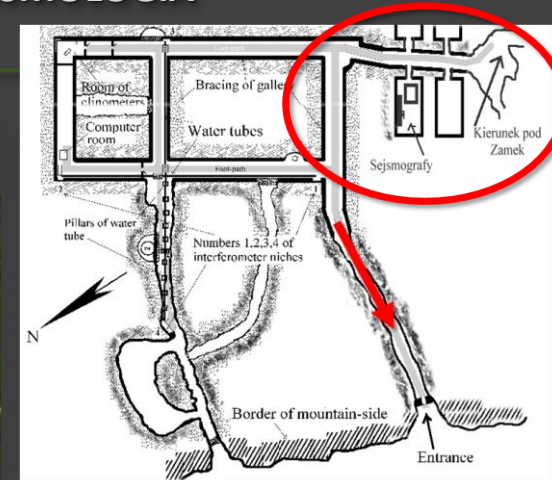
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM

Trzęsienie Ziemi, 13.03.2011, 19.00
Laboratorium Geodynamiczne, CBK PAN
sejsmometry



Jurand
Wojewoda



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA

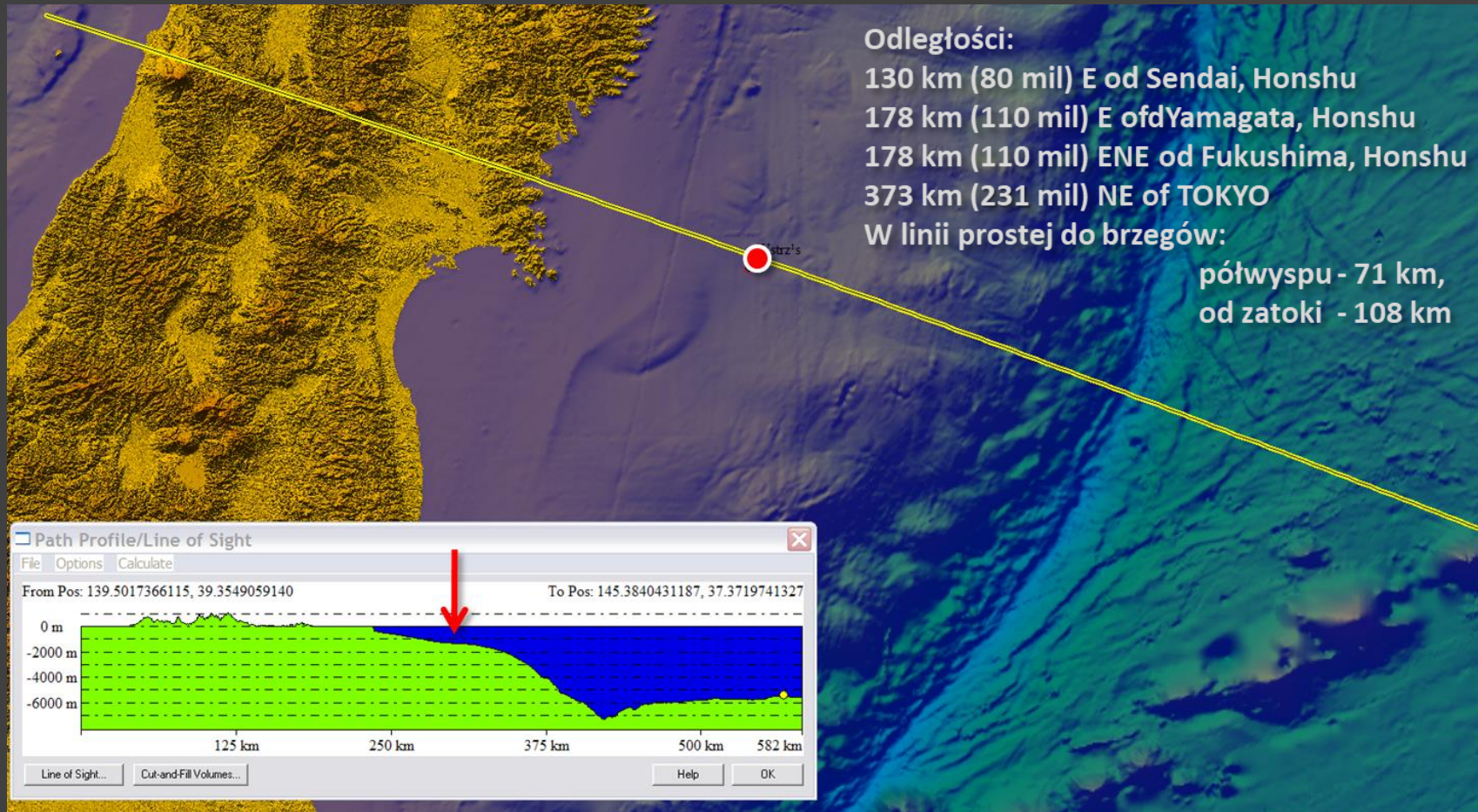
TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM

Trzęsienie Ziemi, 13.03.2011, 19.00

Laboratorium Geodynamiczne, CBK PAN



Jurand
Wojewoda



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

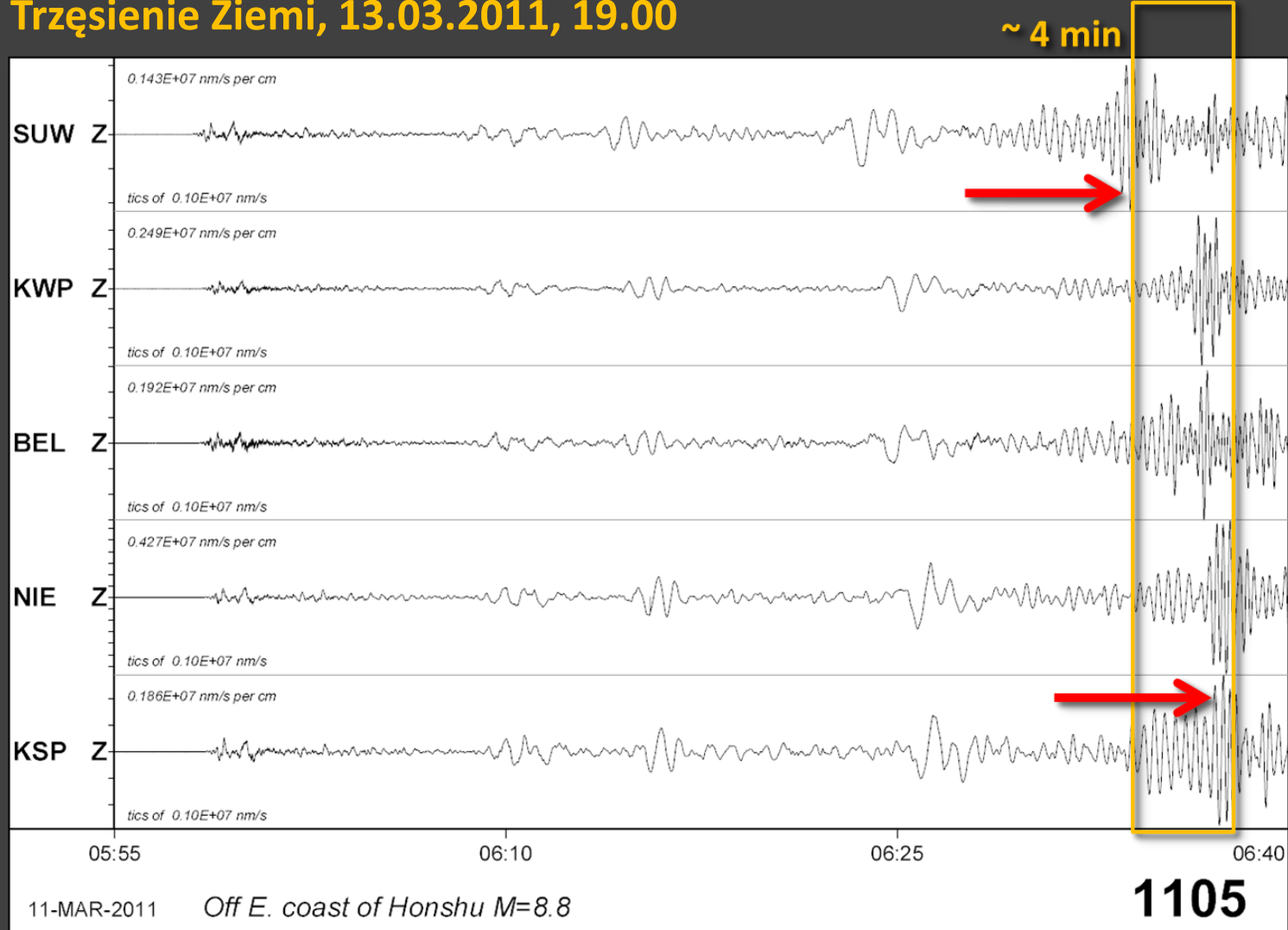
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA

TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM



Jurand
Wojewoda

Trzęsienie Ziemi, 13.03.2011, 19.00



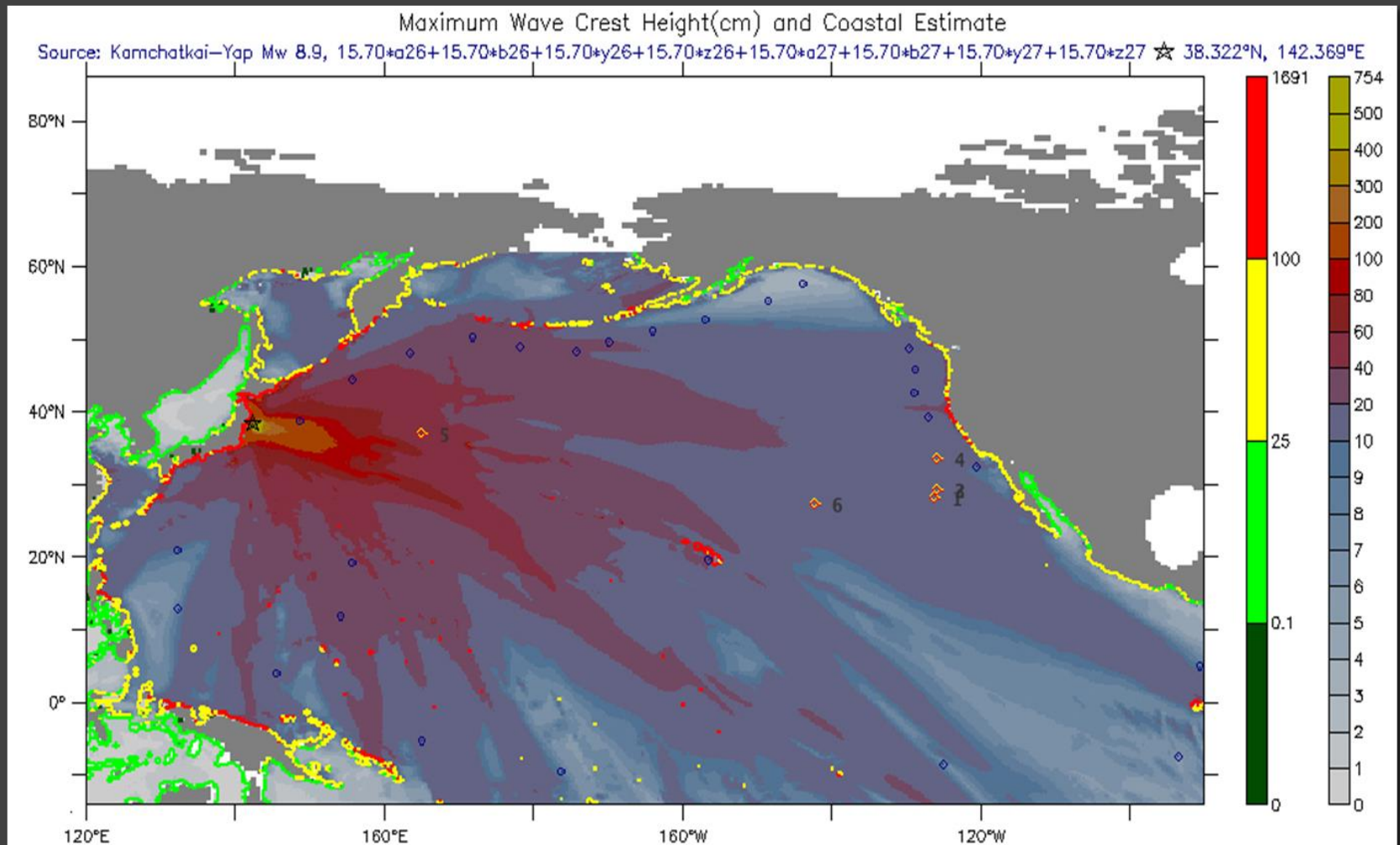
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA

TSUNAMI - MONITORING I ZAPOBIEGANIE SKUTKOM

Trzęsienie Ziemi, 13.03.2011, 19.00

Jurand
Wojewoda



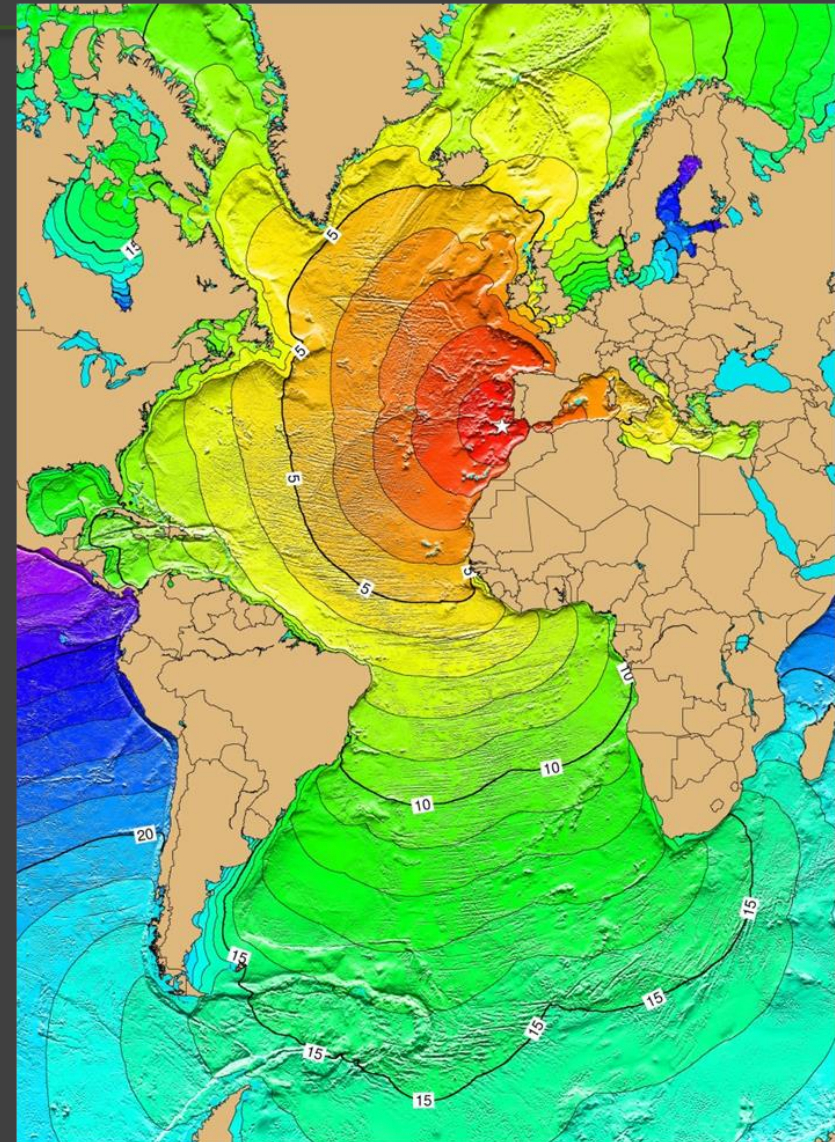
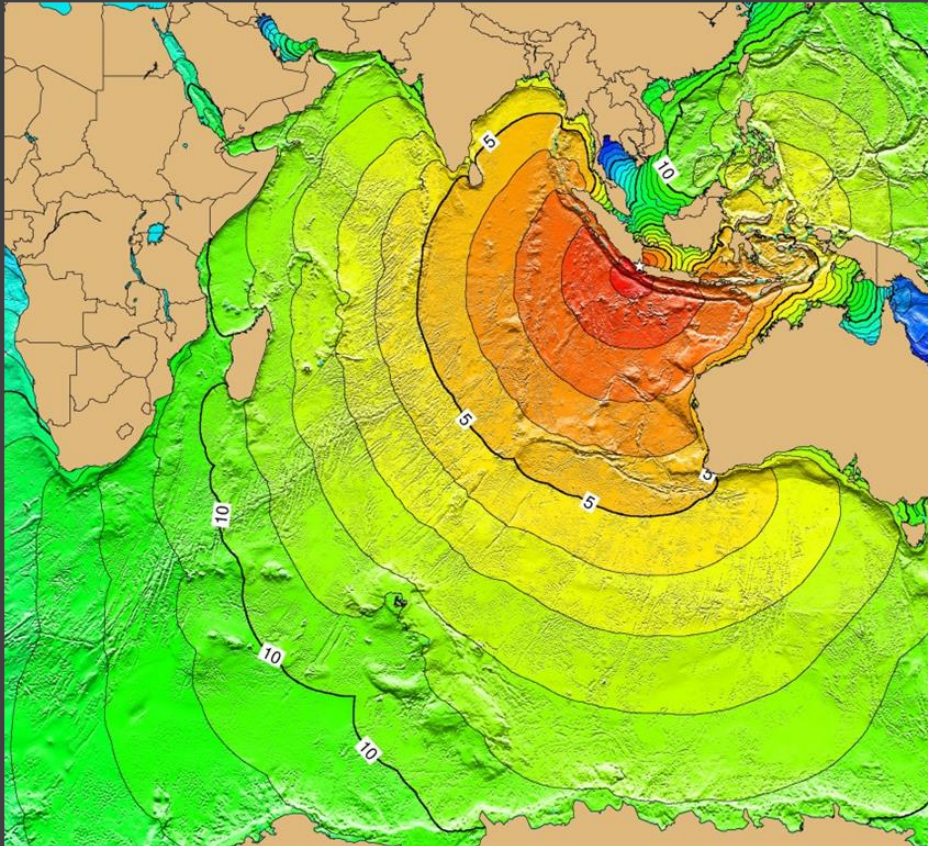
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
HISTORYCZNE TSUNAMI - REKONSTRUKCJE



Jurand
Wojewoda

1755 11 01 Lizbona 11,0

1883 08 27 Krakatau 11,0



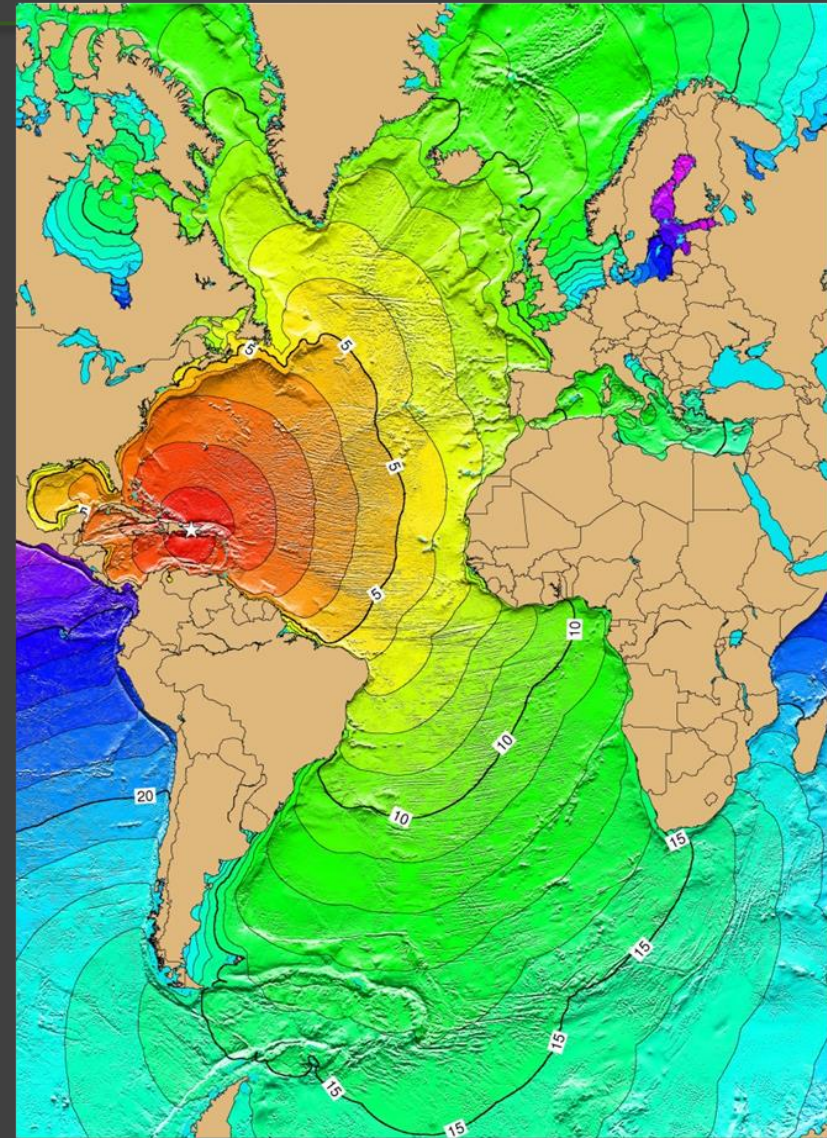
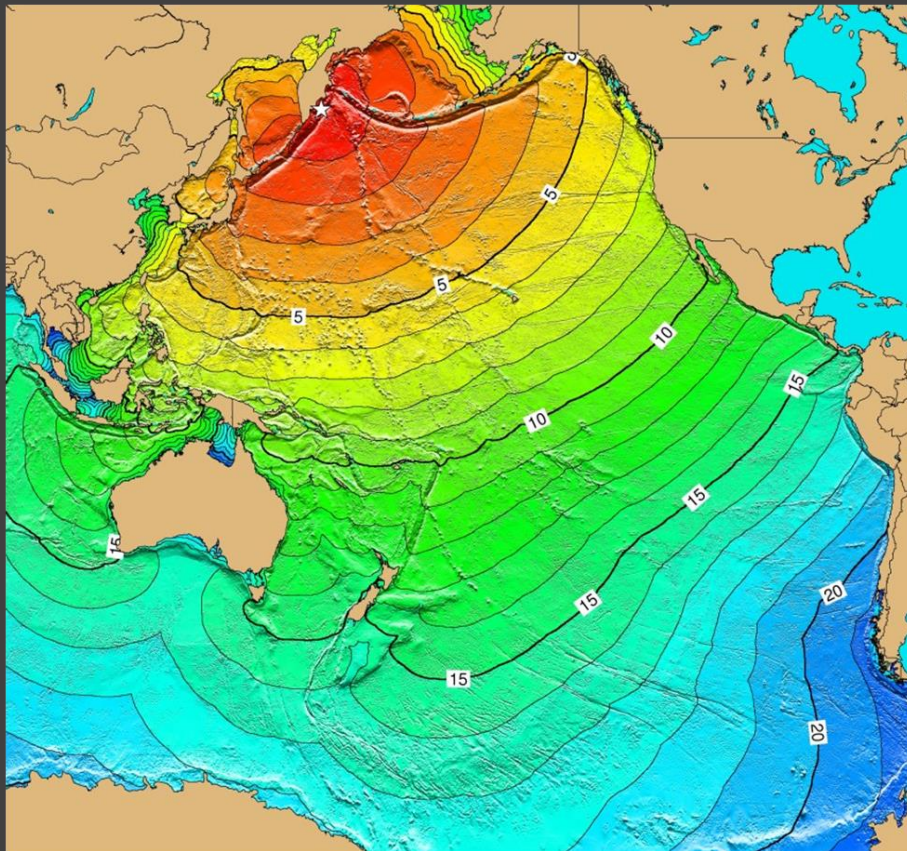
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
HISTORYCZNE TSUNAMI - REKONSTRUKCJE



Jurand
Wojewoda

1918 10 11 Puerto Rico 7,3

1923 02 03 Kamczatka 8,3

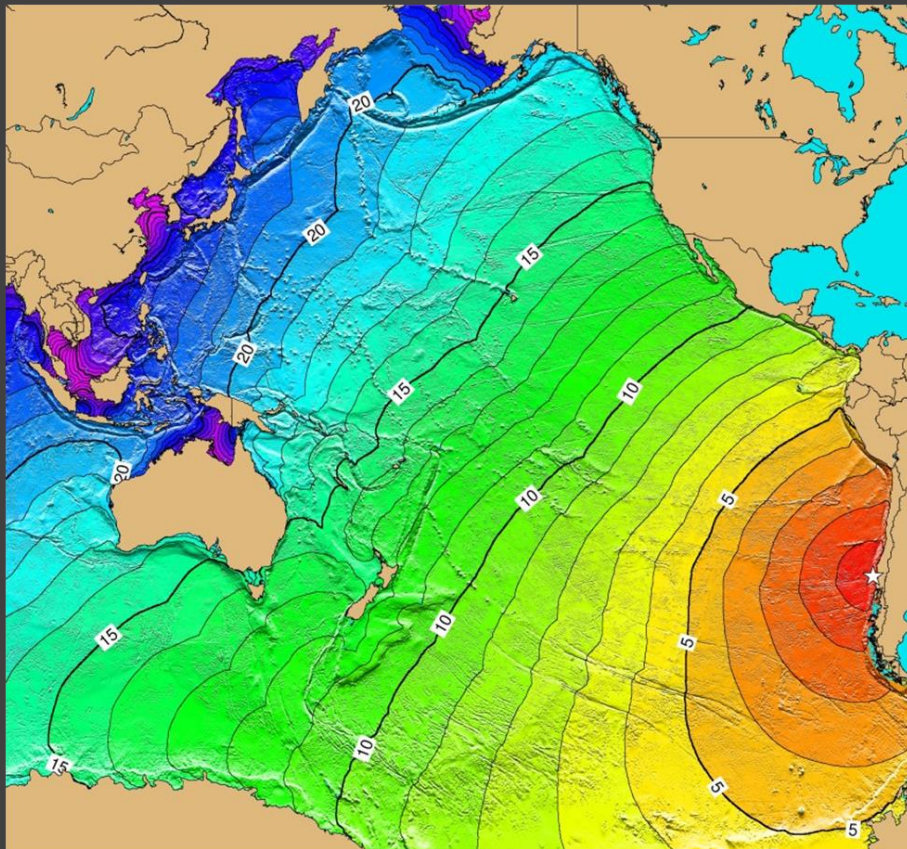


GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
HISTORYCZNE TSUNAMI - REKONSTRUKCJE

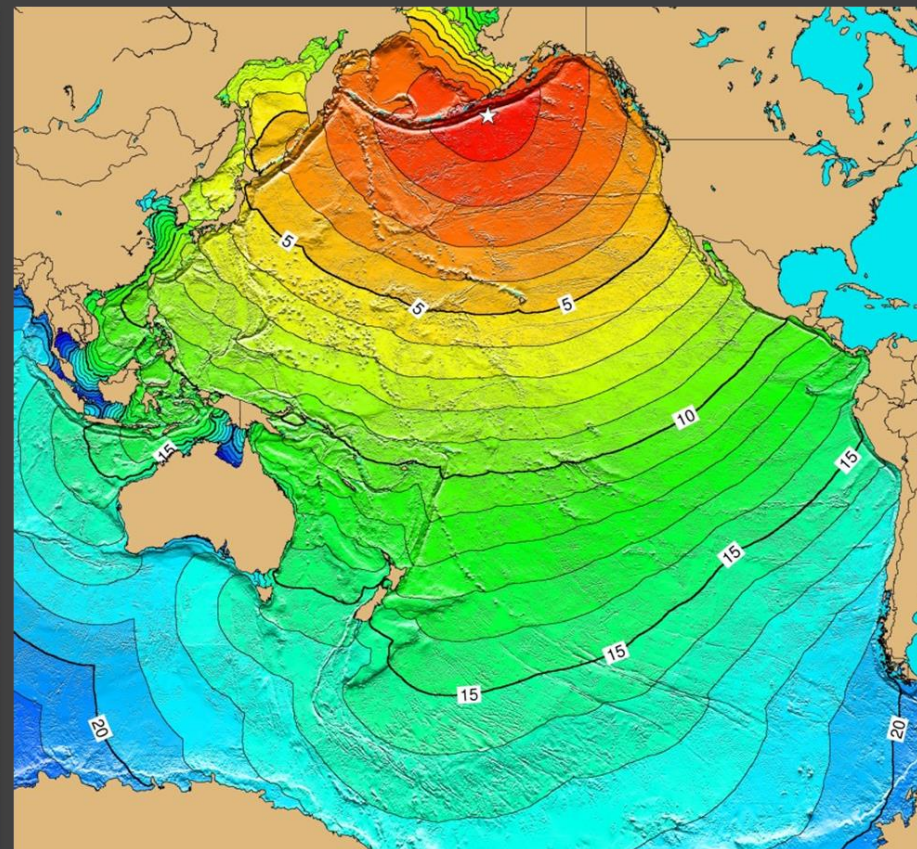


Jurand
Wojewoda

1946 04 01 Alaska 7,3



1960 05 22 Chile 9,2



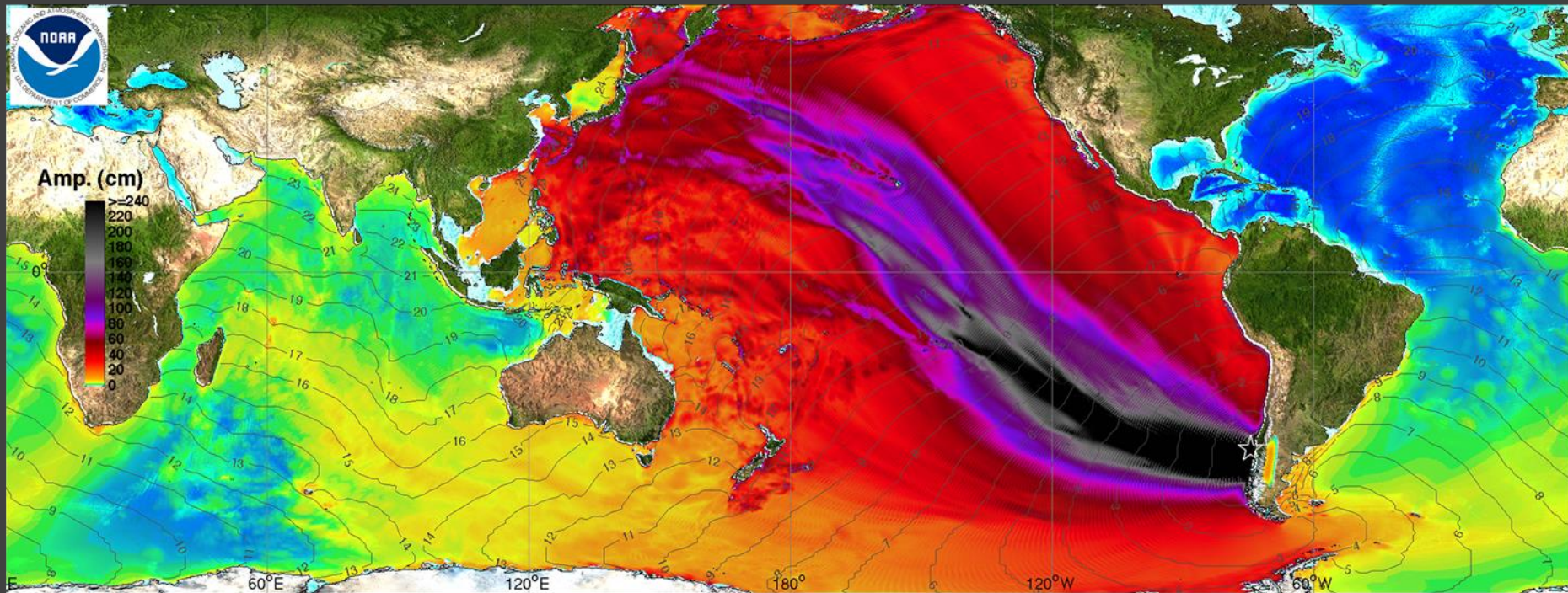
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
HISTORYCZNE TSUNAMI - REKONSTRUKCJE



Jurand
Wojewoda

1960 05 22 Chile 9,2

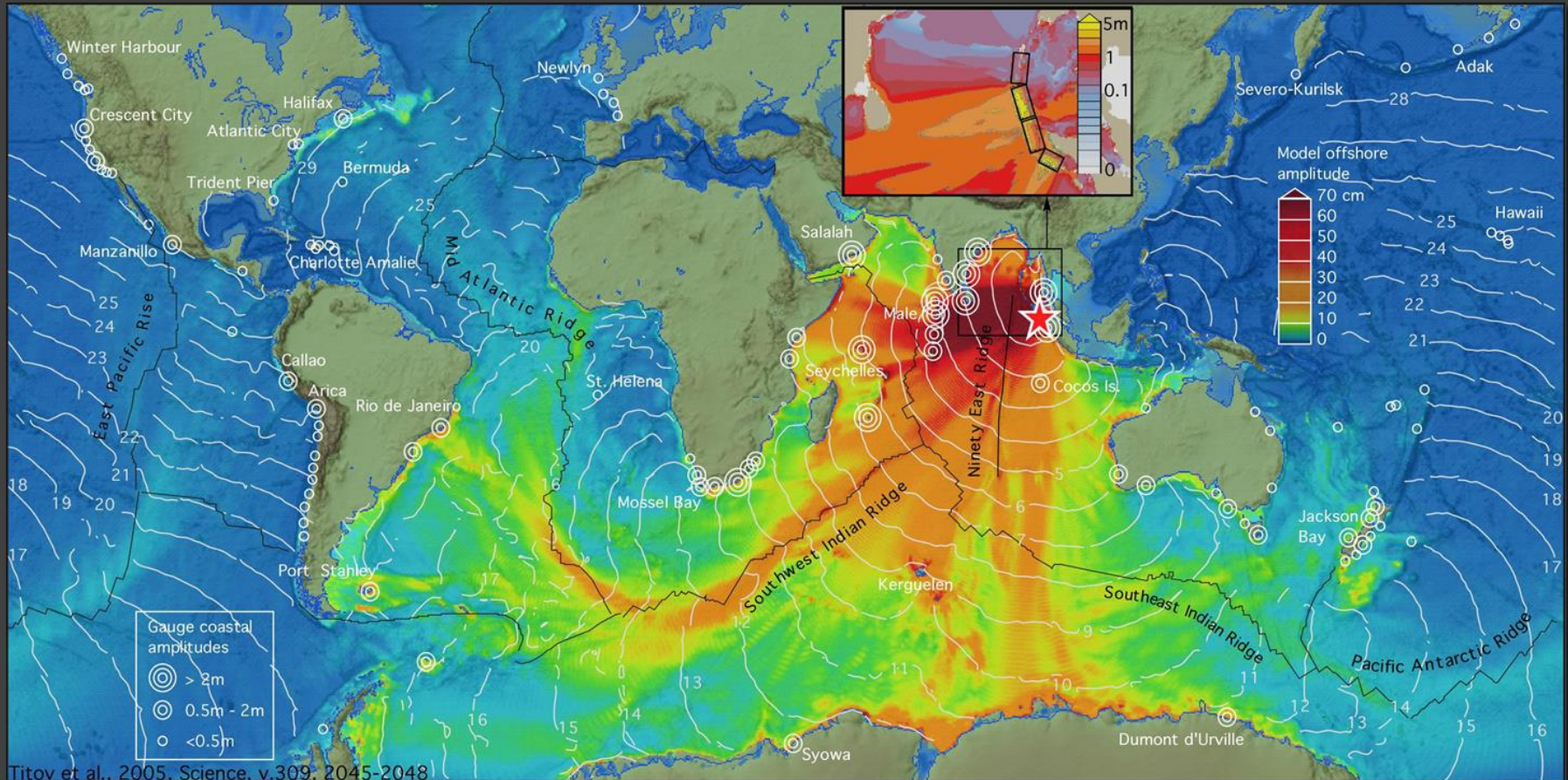


GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
 GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
 HISTORYCZNE TSUNAMI - REKONSTRUKCJE



Jurand Wojewoda

2004 12 26 Indonezja 9,0



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

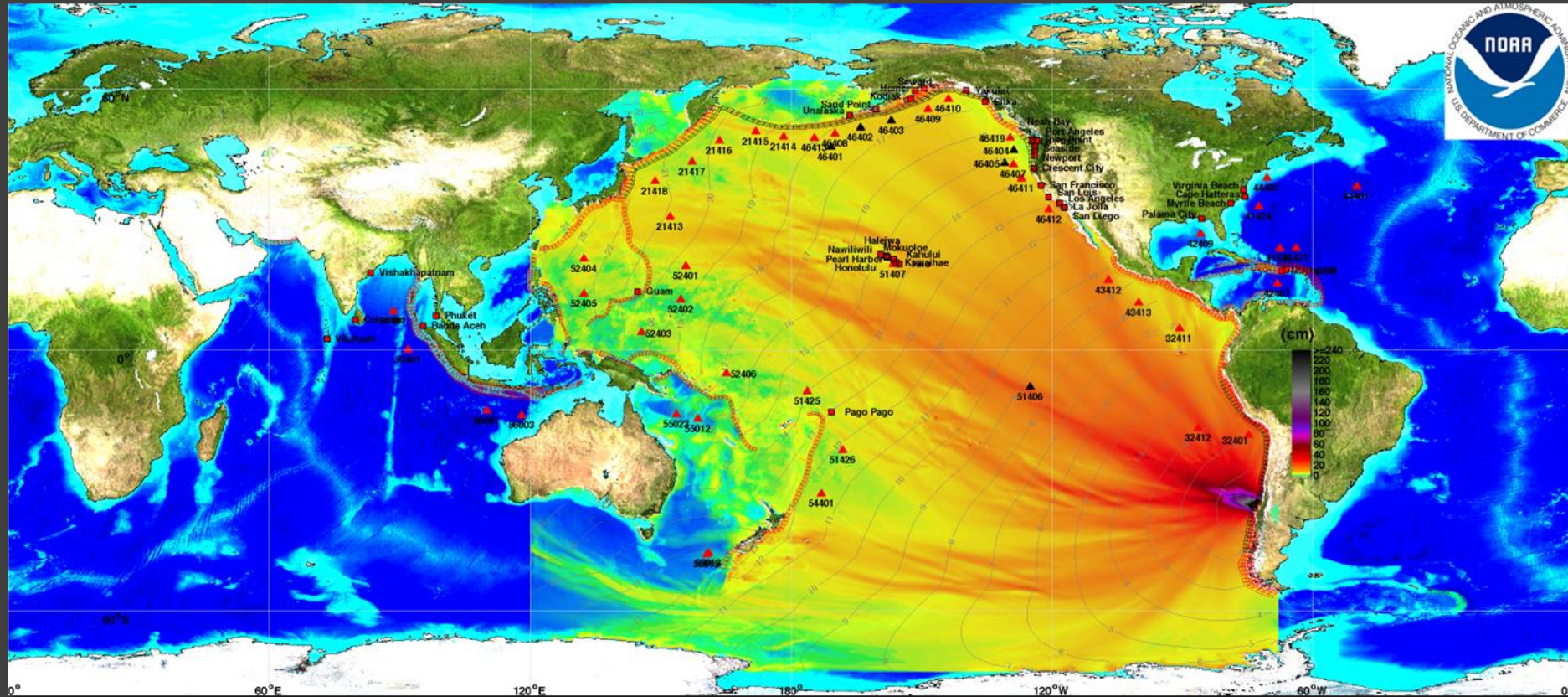
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA

HISTORYCZNE TSUNAMI - REKONSTRUKCJE



Jurand
Wojewoda

2010 02 27 Chile 8,8

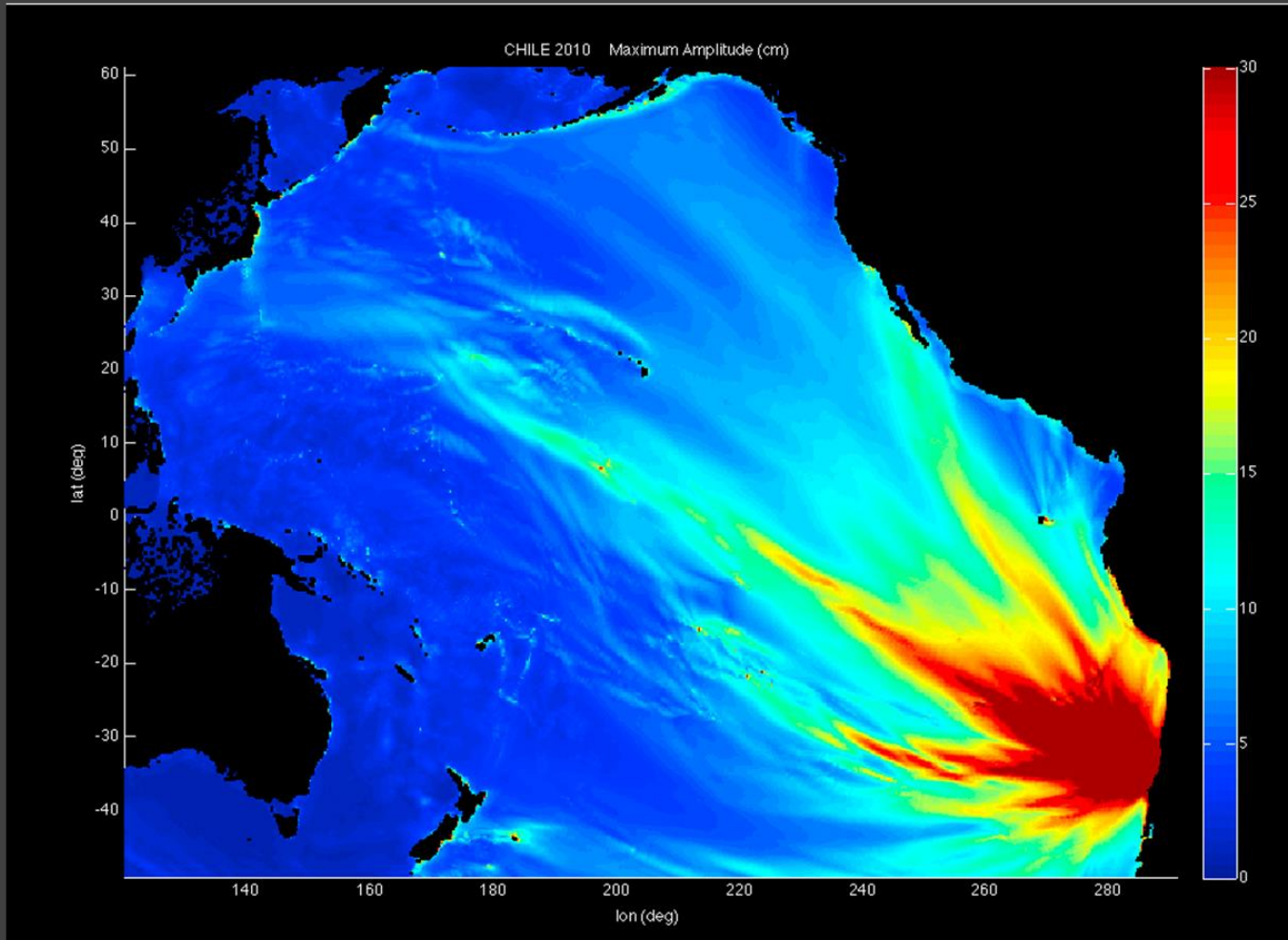


GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
HISTORYCZNE TSUNAMI - REKONSTRUKCJE



Jurand
Wojewoda

2010 02 27 Chile 8,8



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

amplituda fali nad głębią oceaniczną **1 - 2 metry**

prędkość fali nad głębią oceaniczną **500 – 850 km/godz**



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



Jurand
Wojewoda

amplituda fali nad głębią oceaniczną **1 - 2 metry**

prędkość fali nad głębią oceaniczną **500 – 850 km/godz**



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Arahama w Sendai

przed 11 marca 2011



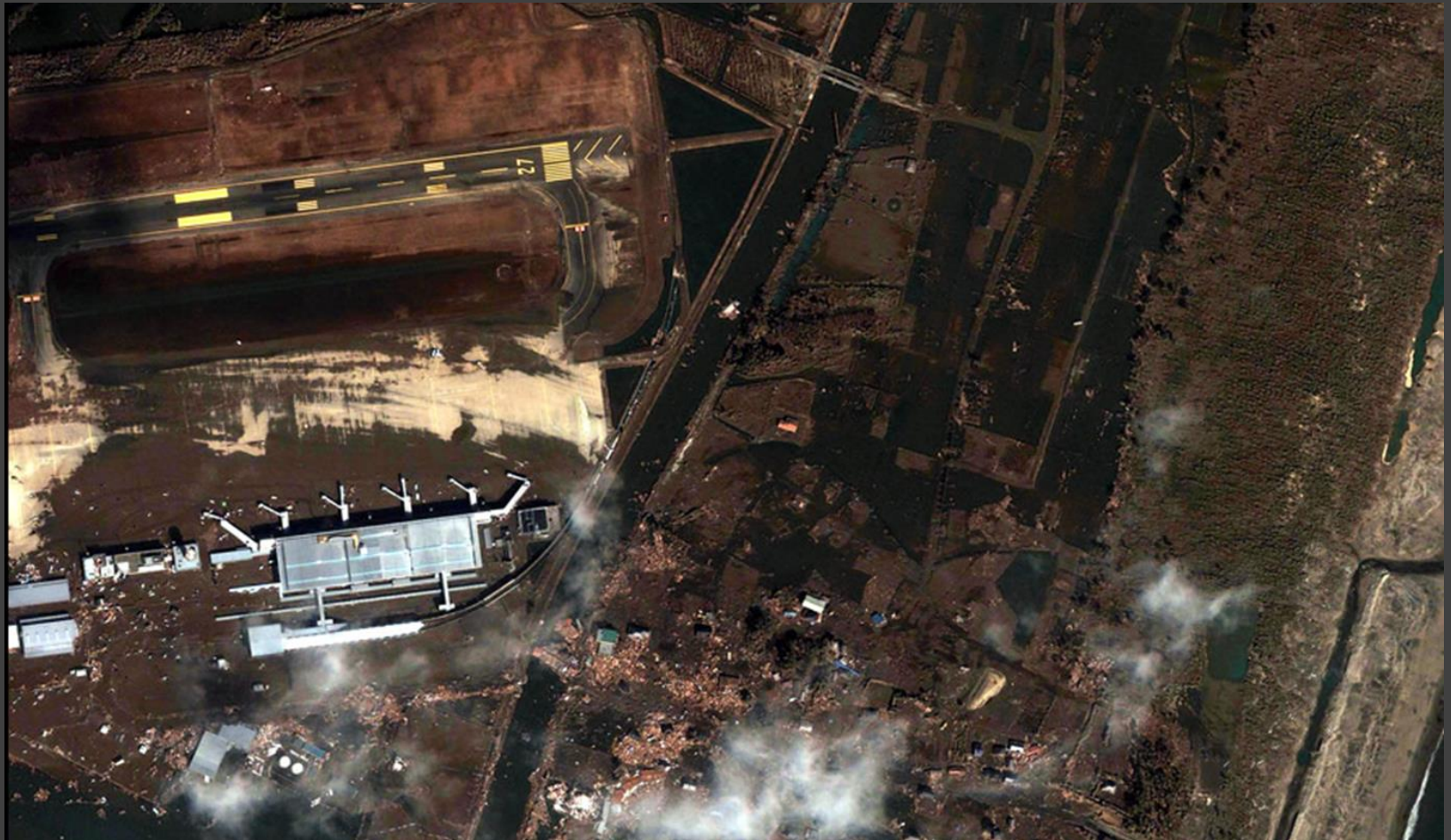
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Arahama w Sendai

po 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Arahama w Sendai

przed 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Arahama w Sendai

po 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



Jurand
Wojewoda

Yuriage w Natori

przed 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Yuriage w Natori

po 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Elektrownia atomowa Fukushima

przed 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Elektrownia atomowa Fukushima

po 11 marca 2011



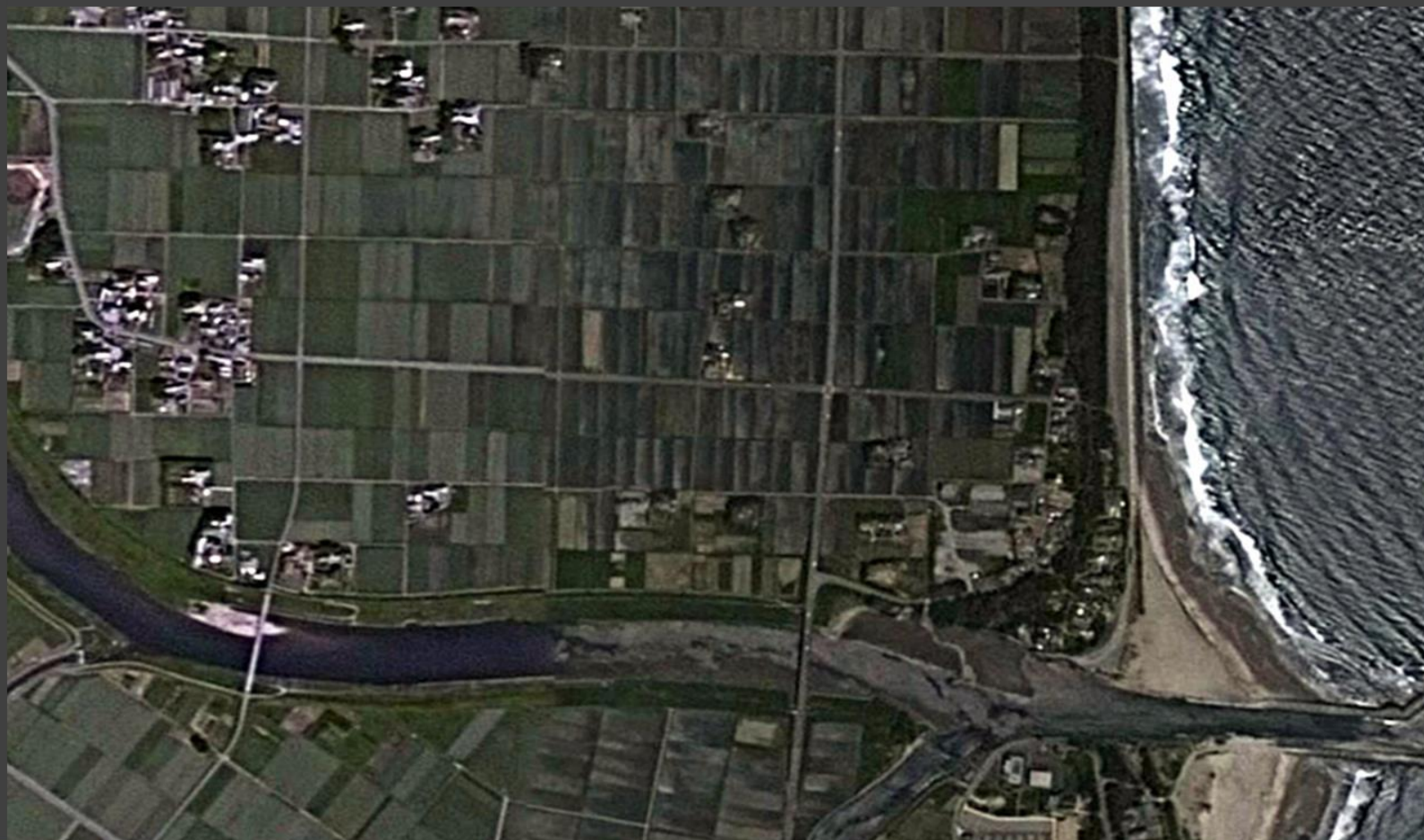
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Kashimaku w Minamisoma

przed 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Kashimaku w Minamisoma

po 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Kashima w Minamisoma

przed 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

Kashima w Minamisoma

po 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PARAMETRY



*Jurand
Wojewoda*

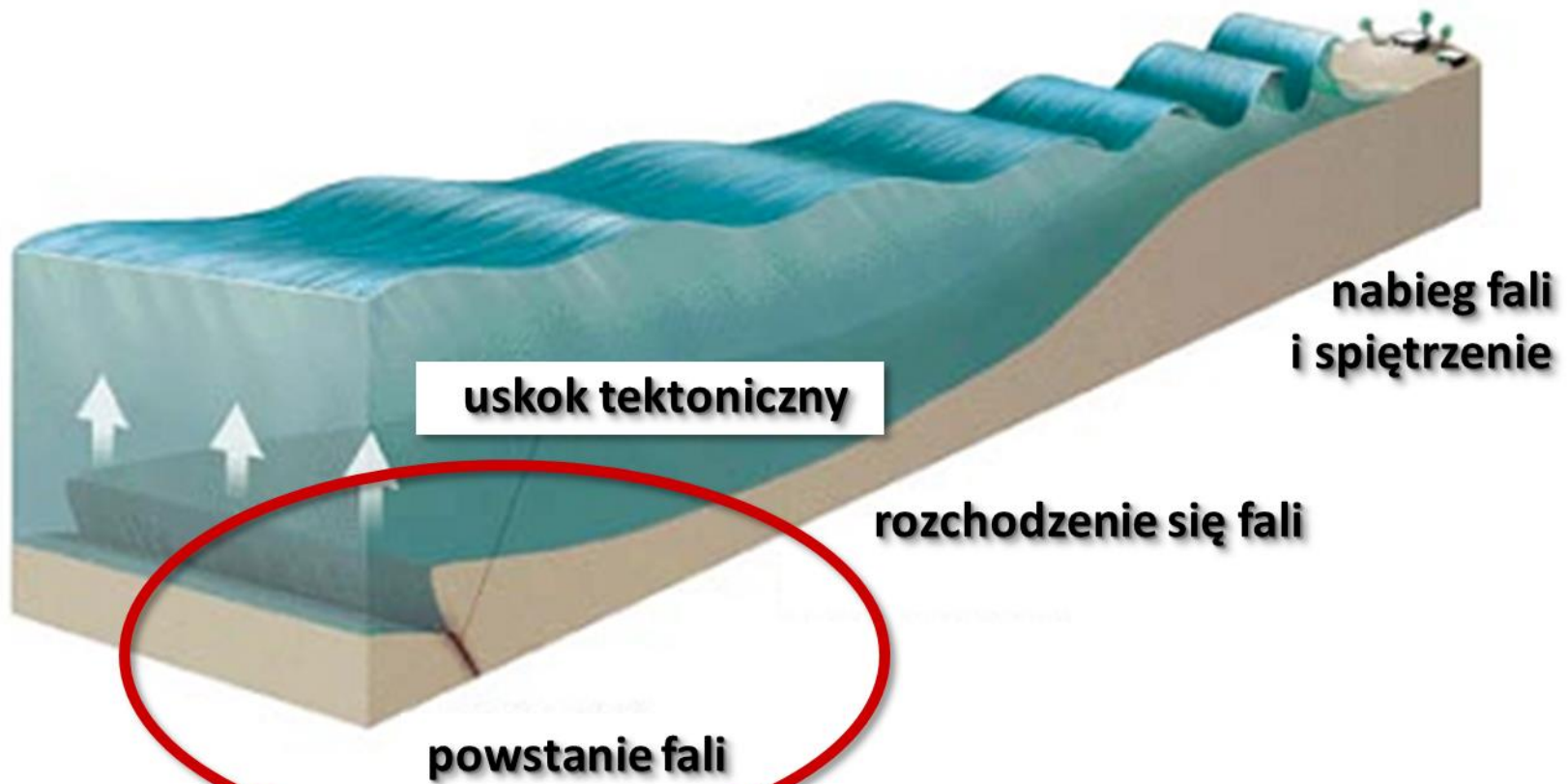
Ligohama w Miyagi (Płw. Oshika)

przed 11 marca 2011



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PRZYCZYNY

Fale tsunami wywołane ruchami tektonicznymi



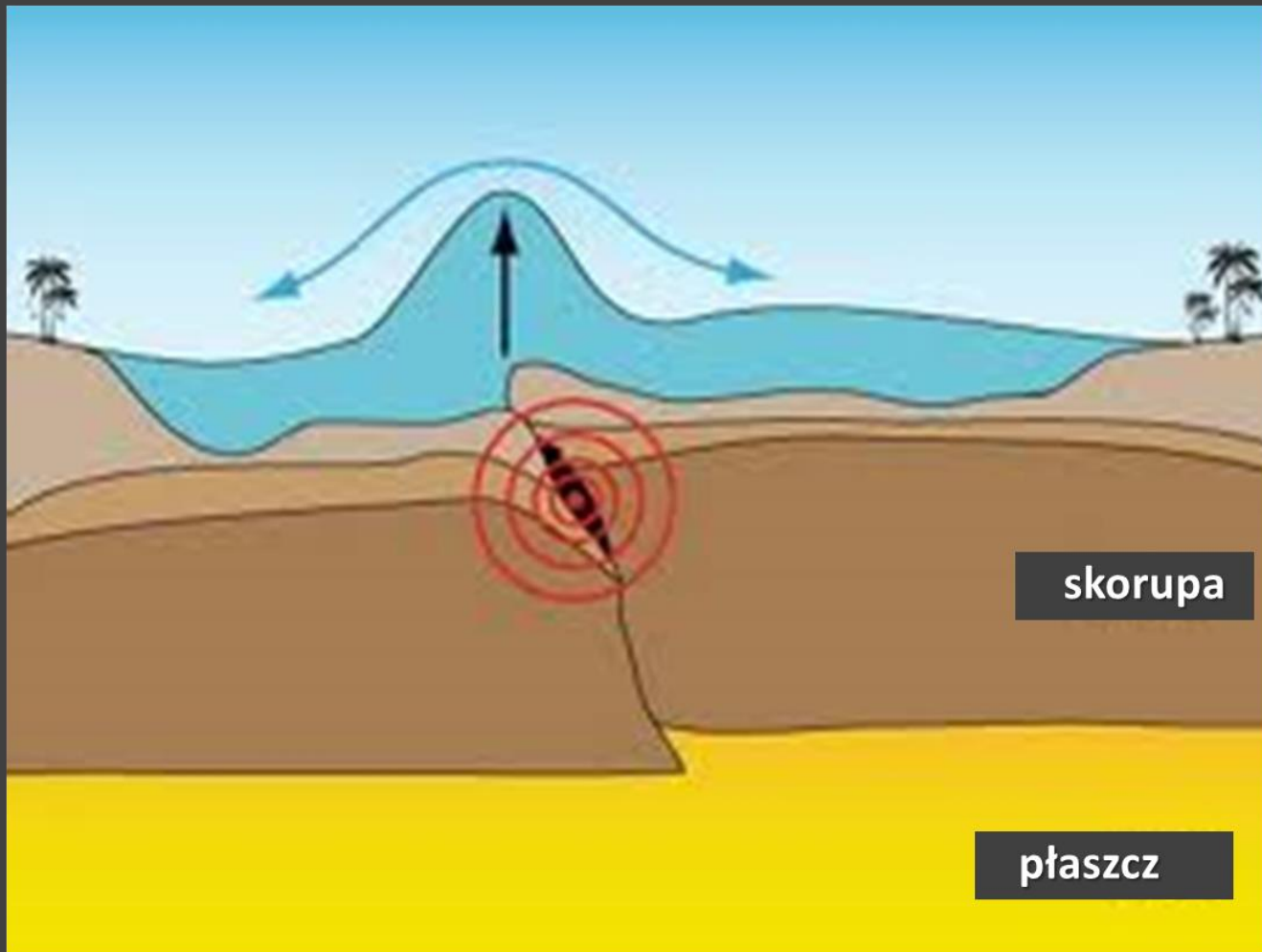
Jurand
Wojewoda

GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - PRZYCZYNY



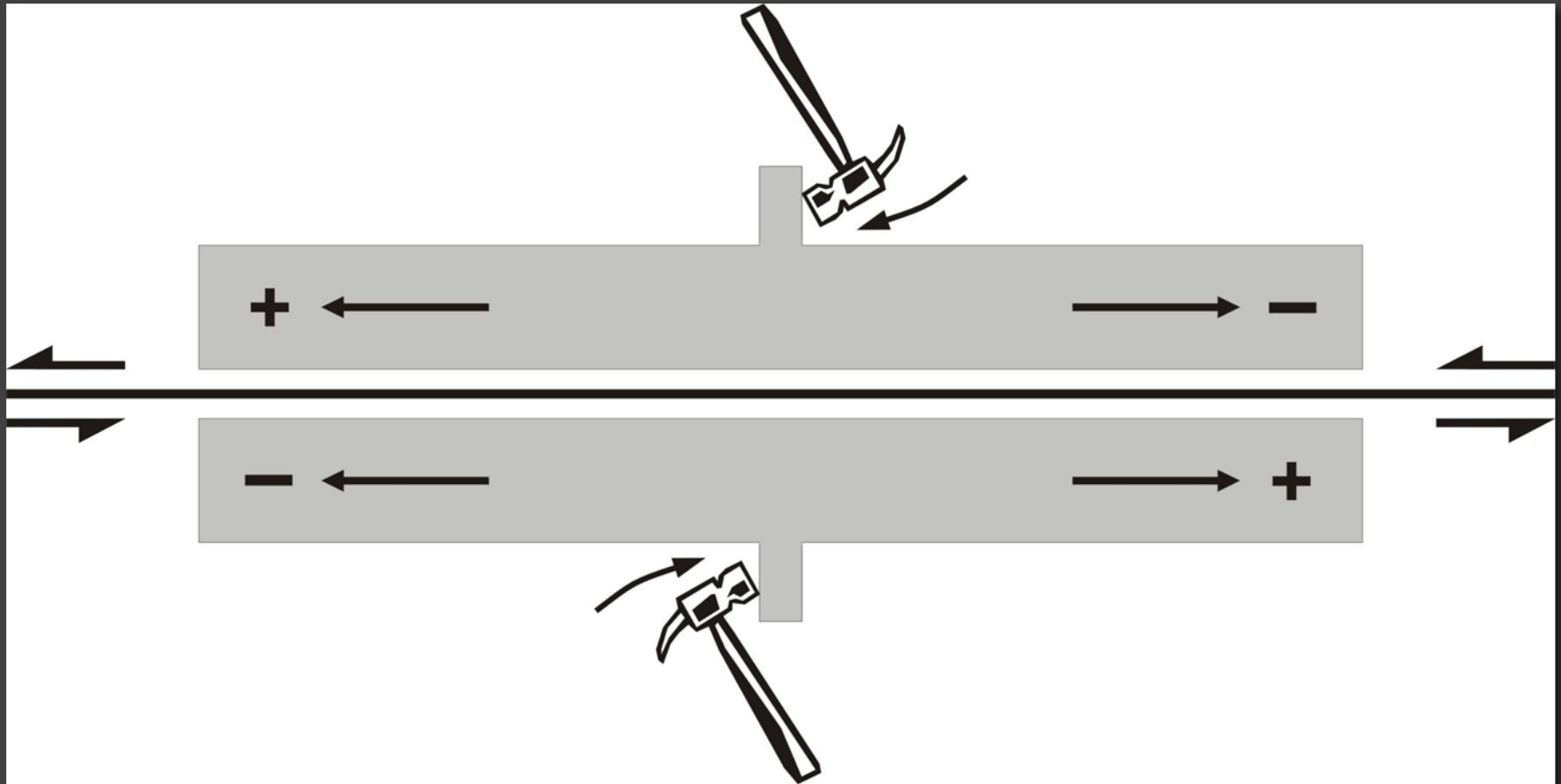
Jurand
Wojewoda

Fale tsunami wywołane ruchami tektonicznymi



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - PRZYCZYNY

Tektoniczna analiza ognisk sejsmicznych



Jurand
Wojewoda

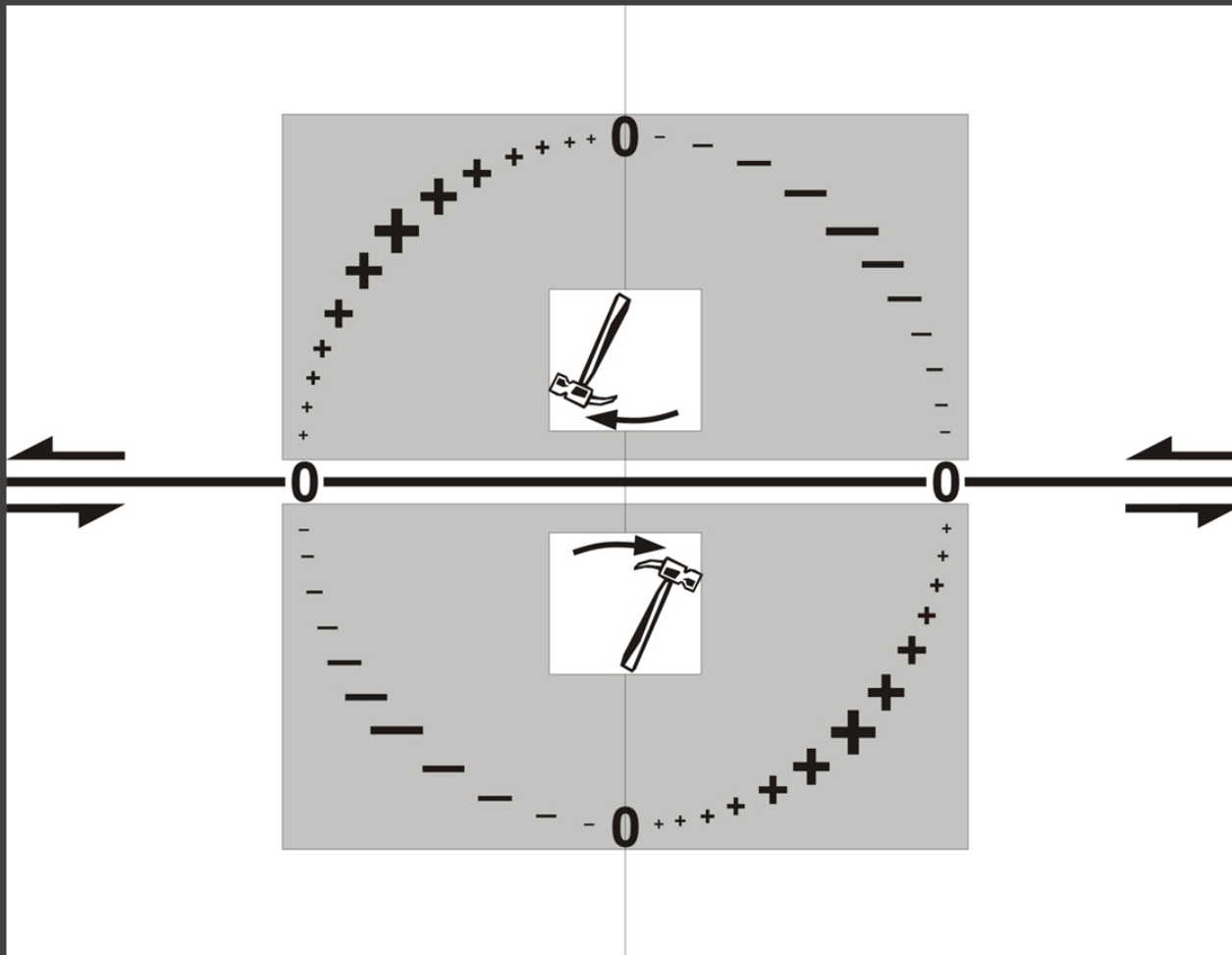
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PRZYCZYNY



Jurand
Wojewoda

Tektoniczna analiza ognisk sejsmicznych

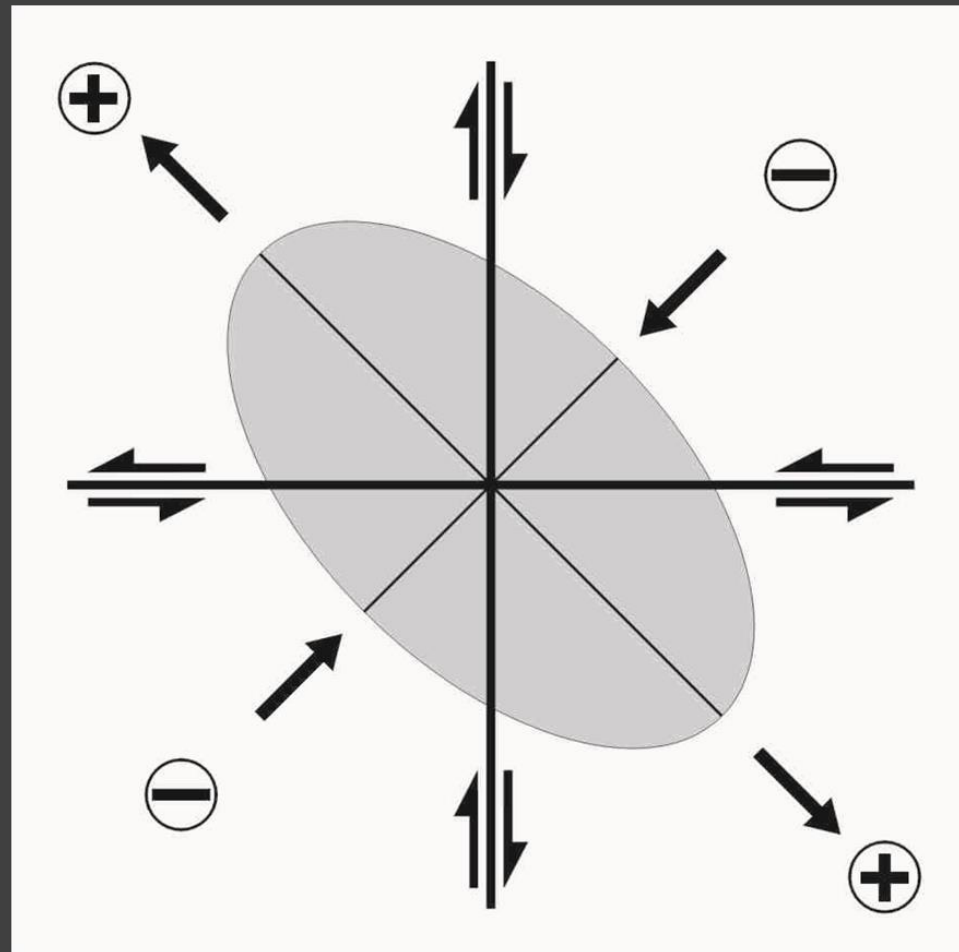


GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PRZYCZYNY



Jurand
Wojewoda

Tektoniczna analiza ognisk sejsmicznych

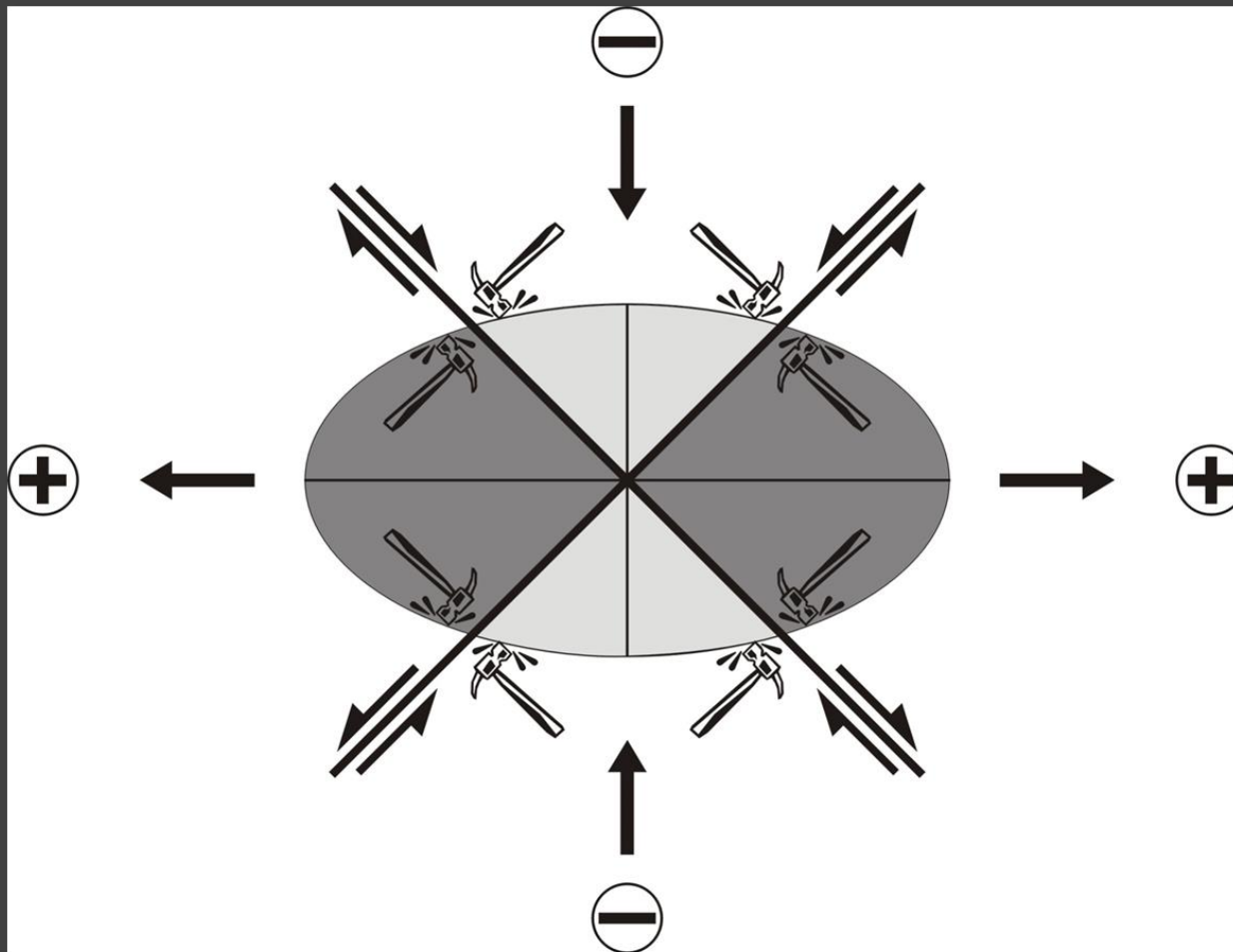


GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI - PRZYCZYNY



Jurand
Wojewoda

Tektoniczna analiza ognisk sejsmicznych



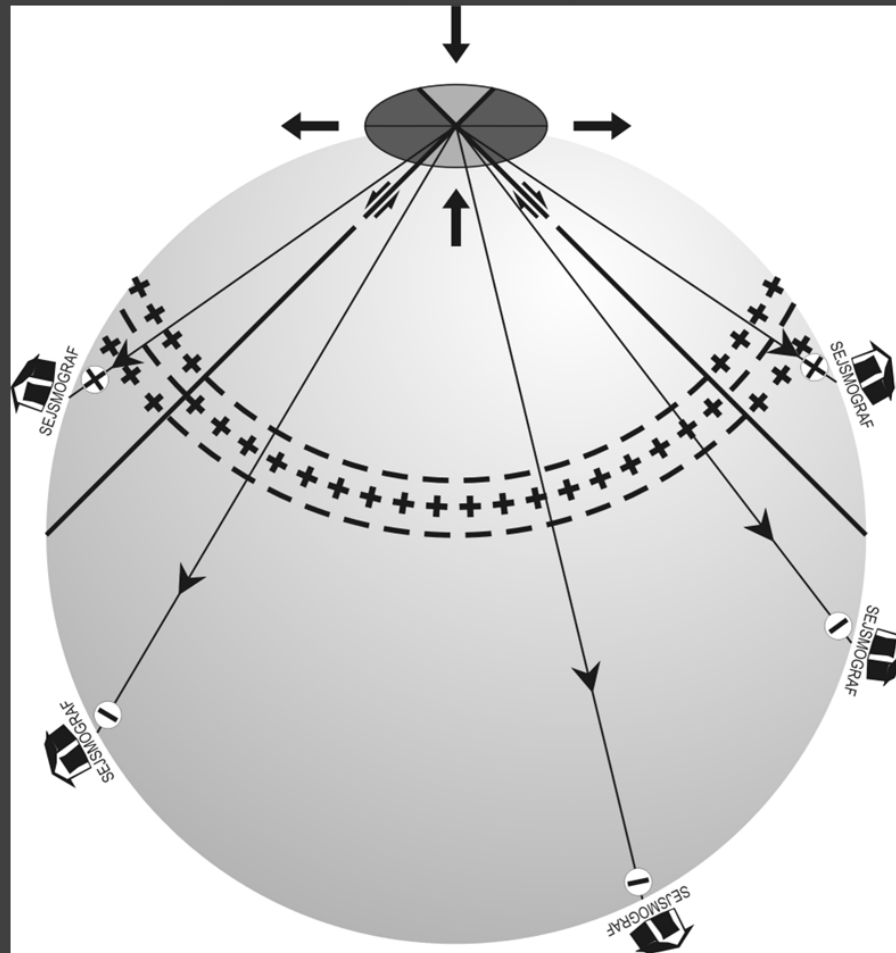
GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI - PRZYCZYNY



Jurand
Wojewoda

Tektoniczna analiza ognisk sejsmicznych



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA

TSUNAMI – PRODUKTY W ZAPISIE GEOLOGICZNYM



Jurand
Wojewoda

Tsunamiity

2004 12 26 Indonezja 9,0



Warstwa osadów pokrywająca prawie całą strefę zalaną przez tsunami

Fracja od grubego pyłu do średniego piasku, sporadycznie większe okruchy skał i koralu lub głązy

Mięszość warstwy osadów tsunami średnio 8 cm, maksymalnie ponad 50 cm

Zawierają liczne muszle, skorupki otwornic i okrzemki

Składają się z jednej lub kilku warstw o normalnej gradacji lub są masywne bądź laminowane

GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI

GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI – PRODUKTY W ZAPISIE GEOLOGICZNYM



Jurand
Wojewoda

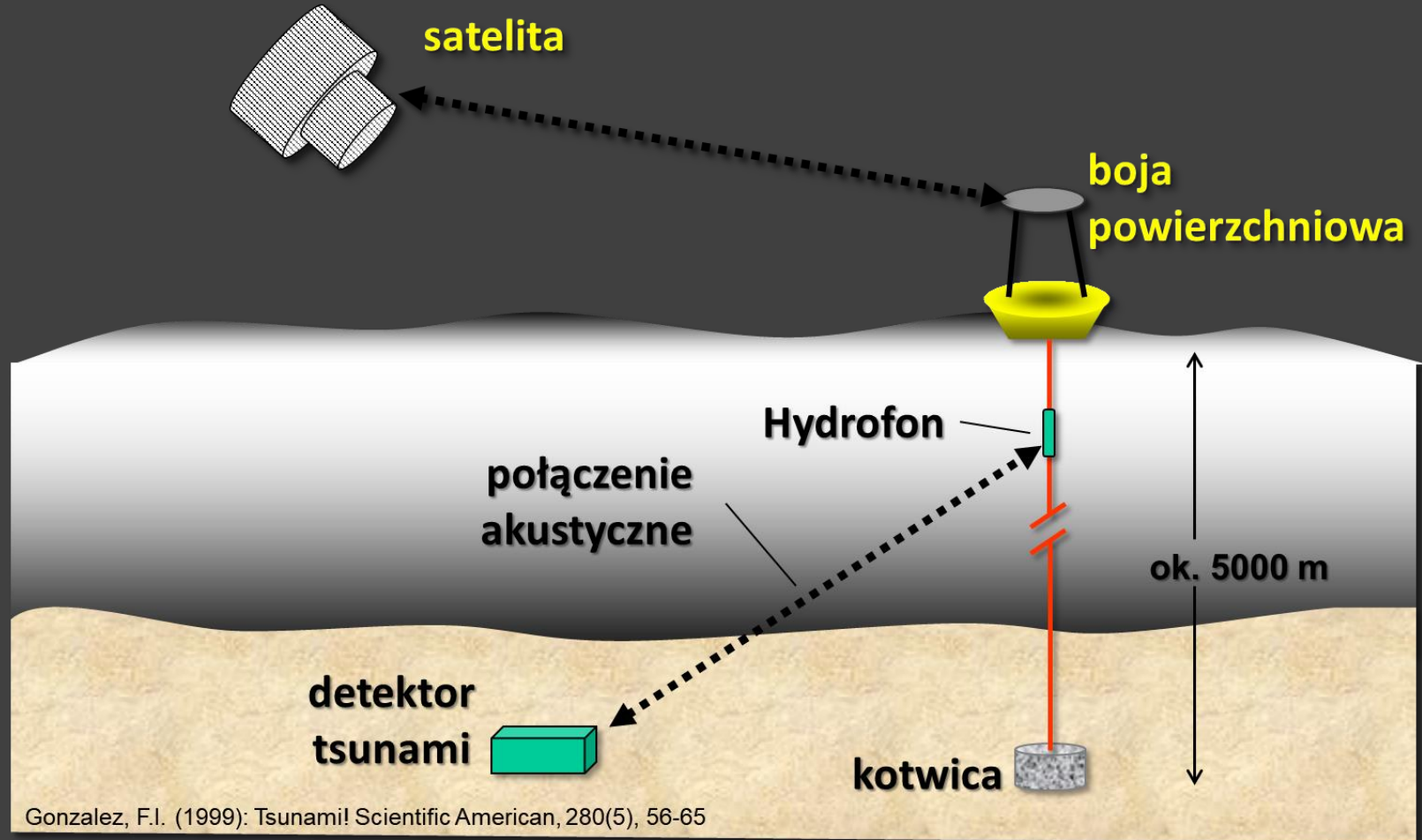
Tsunami

2004 12 26 Indonezja 9,0



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI – MONITORING, PREDYKCJA

Wielofunkcyjny system monitoringu



Gonzalez, F.I. (1999): Tsunami! Scientific American, 280(5), 56-65

GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI – MONITORING, PREDYKCJA

Wielofunkcyjny system monitoringu



Jurand
Wojewoda



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEISMOLOGIA
TSUNAMI – MONITORING, PREDYKCJA

Wielofunkcyjny system monitoringu... i ostrzegania



Jurand
Wojewoda



GEOLOGIA FIZYCZNA, PODRÓŻE GEOLOGICZNE W CZASIE I PRZESTRZENI
GEODYNAMIKA, GEOTEKTONIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, SEJSMOLOGIA
TSUNAMI – MONITORING, PREDYKCJA



Jurand
Wojewoda

Wielofunkcyjny system monitoringu... i ostrzegania

- 1. Nie lekceważ sygnałów ostrzegawczych!**
- 2. Obserwuj morze, uwaga na „fałszywy” odpływ.**
- 3. Unikaj obszarów nisko położonych po trzęsieniu ziemi.**
- 4. Pamiętaj, że po pierwszej fali mogą przyjść następne...**

